

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA**  
**UNAN-RURD**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TÍTULO:**

**“Anteproyecto para el sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para el casco urbano del Municipio de Nandaime, Departamento de Granada para el año 2017”.**

**Autores:**

**Br. Léster Manuel López López.**

**Br. Ervin Daniel Irigoyen Barrios.**

**Br. Edgar Antonio Zeledón Rivera.**

**Tutor:**

**Msc. Wilber Pérez Flores.**

**Asesor Metodologico:**

**Msc. Gerardo Mendoza**

**Managua, Nicaragua**

**Noviembre 2016**

**Dedicatorias**  
***Léster Manuel López López***

Dedico de manera muy especial este logro profesional el cual en lo adelante marcará mi vida como ser humano a:

Mi mamá Marisela del Carmen López Carrillo, la mujer que ha sido luz en mi vida, quien además de ser una madre fuerte, inteligente y luchadora, ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de mi vida, guiándome siempre con sus buenos consejos y protegiéndome de caer en malos pasos con todo su amor, siendo una madre y un padre siempre que la he necesitado, mi querida madre y amiga.

Mi papá Sebastián Lezama por apoyarme en mis estudios y lo que necesité, siendo un buen amigo que ha tratado de apoyarme y animarme a seguir adelante.

Mis hermanos; Michael López, Jessenia López, Fátima Lezama y José Lezama, a ellos por ser mis amigos y compañeros, con quienes he compartido gran parte de mi vida, a ustedes mis queridos hermanos.

Mi novia Lidia Esther Rodríguez Mejía, quien merece lo mejor de mí por ser la mujer que amo, quien siempre me da su mano, ser mi amiga especial, por compartir conmigo sus alegrías y tristezas, por saber escucharme, darme ánimos y de todo su apoyo y amor incondicional. A ti mi amor.

Mi sobrina Linda Rivas por ser la pequeñita de la familia, y regalarme su precioso cariño.

Mis amigos; Denis Noel Sandoval Rostran, Kerlyn Lilibel Orozco Lanzas, Kevin Castro Romero, por compartir conmigo sus alegrías, dificultades, logros, consejos y sabiduría.

Mis compañeros de monografía y de la carrera, con los que he compartido momentos difíciles y de superación, a ustedes mis compañeros.

### ***Ervin Daniel Irigoyen Barrios***

Con todo amor dedico principalmente este trabajo a Dios padre por haberme regalado el don de la vida y de disfrutar de ella día a día; por regalarme una familia y amigos así mismo de regalarme fortaleza durante toda mi vida para llegar a culminar mi carrera universitaria.

A mis padres que me han brindado apoyo comprensión y amor en todo el transcurso de mi vida para poder ser quien soy actualmente y llegar a coronar esta fase de mi preparación.

A mi madre Martha Aguirre que desde que soy un pequeñín me inculco valores morales y disciplina; por sus sacrificios, consejos y su gran amor incondicional; por ser luchadora por su familia y enseñándonos siempre el camino correcto.

A mi padre Hipólito Irigoyen quien desde mi infancia a pesar de su humildad me ha brindado amor apoyo y mi ha venido dando poco a poco mi herencia “preparación académica “y sobretodo ánimos de superación.

A mis hermanos Erlin y Miguel. A mis abuelos presentes y los que ya partieron de esta vida, a mis tías y tíos que han aportado con sus consejos y oraciones para ser una mejor persona día a día.

A mi hija María Alejandra quien se ha convertido en una persona importante en mi vida.

A mi novia Ayda Maria que durante el transcurso de mi carrera universitaria me ha sabido comprender y me apoyó siempre que lo necesité.

### ***Edgar Antonio Zeledón Rivera***

**A DIOS:** por ser mi fortaleza y por abrirme las puertas para lograr mis metas y darme perseverancia para recorrer este tramo de la senda de la vida llamado PROFESION.

#### **A MIS COMPAÑEROS:**

**De monografía:** Ervin y Léster por todo su entusiasmo y dedicación en esta investigación que emprendimos juntos y que hoy estamos culminando.

**De carrera:** por la inspiración y motivación con que hacen que los sueños se vuelvan reales.

**De Ministerio “Discípulos de Jesús”:** por proyectarme en la vida no solo como un profesional sino también como un discípulo con la visión y visión de Jesús que es lo que realmente vale.

#### **A MIS PADRES:**

Zulema Rivera y Leopoldo Zeledón quienes me han apoyado todo el tiempo incondicionalmente, gracias a sus enseñanzas y sacrificios he llegado hasta aquí, gracias por todo.

#### **A MIS HERMANOS:**

Dania Zeledón, Arlen Zeledón, Diana García, Abiel García, quienes me han animado siempre para lograr todas mis metas y porque siempre han creído en mí.

**A TODAS AQUELLAS PERSONAS** que me sostuvieron, aconsejaron, enseñaron e impulsaron para escalar este peldaño de victoria; QUIERO QUE ESTE ESFUERZO Y CONQUISTA DEDICARLO EN NOMBRE DE ELLOS.

**“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.” Fil. 4.13**



## **Agradecimientos**

Ante todo, quisiéramos agradecer a DIOS, por habernos dado la vida, la fortaleza, salud, paciencia y sabiduría para soportar esta dura y ardua labor intelectual durante este periodo de profesionalización.

A nuestros Padres y familiares por todo el apoyo moral, espiritual y económico que nos brindaron.

A las siguientes personas y/o autoridades que hicieron posible y más fácil el camino para culminar con éxito este trabajo:

Lic. Gerardo Mendoza Jiménez, asesor metodológico y responsable del departamento de Becas de la UNAN- MANAGUA.

Ing. Grela Muñoz, Especialista en agua potable y alcantarillado sanitario, Proyecto PISASH, ENACAL Managua.

Ing. Rommel Carrasquilla, Delegado de ENACAL en Nandaime.

Msc. Víctor Tirado Picado, Dir Dpto. Ciencias e Ing, UNAN- MANAGUA.

Msc. Wilber Pérez Flores, Tutor monográfico.

Msc. Ervin Cabrera, Docente del Dpto., Ciencias e Ing., UNAN- MANAGUA.

Finalmente, a TODOS nuestros profesores por el tiempo y la enseñanza compartida a lo largo de estos 6 duros años de estudio y dedicación. Sin olvidar también a todo ese ejército de autores de libros, folletos, manuscritos, y monografías excelentes en los cuales nos apoyamos para realizar esta monografía.

## Resumen

En la investigación se presenta la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para el periodo 2017-2036 del casco urbano del municipio de Nandaime, departamento de Granada, con el propósito principal de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico - sanitarias y mejorar la calidad de vida de los habitantes; en la que se aplicó el método geométrico para proyectar la población de diseño con el fin de obtener el caudal de diseño de 155.55 l/s.

Posteriormente, se obtuvo la topografía del terreno con los programas AutoCAD, google Earth y global Mapper que generaron curvas de nivel con lo cual se conoció el comportamiento del terreno y así identificar la dirección del drenaje de las aguas residuales.

En base al plano de lotificación y los datos de las curvas de nivel, se introdujeron en el programa SewerCad Select serie 5 con el que desarrollo la propuesta de la red de tubería, aplicando las normativas técnicas de diseño regidas por el INAA, determinando las características hidráulicas de funcionamiento del sistema.

El diseño que comprende la red de alcantarillado es de tipo convencional separado y funciona por gravedad, este presenta 1 colectora principal que va desde oeste a este en la parte sur del casco urbano, y varias colectoras secundarias con dirección de Norte a Sur. Toda la red está compuesta por una longitud de tubería de 31,950.38 m, con diámetros de 150 mm a 400 mm; 401 pozos de visitas, de los cuales 21 son pozos de caída, mayores a los 0.6 m de altura.

La planta de tratamiento de aguas residuales, se localizó en la parte sur del barrio Jonatán Gonzales debido a la topografía del terreno y a la disposición que presenta el lugar por la cercanía al cauce donde se verterán las aguas tratadas; recibe una descarga de 151.55 lts/seg, constituida por un sistema de pretratamiento ( canal de entrada, sistema de rejillas, desarenador, canaleta parshall, y un canal de aproximación); un sistema de tratamiento primario (2 lagunas anaerobias ) y un tratamiento secundario ( una laguna aerobia); y una vez tratada el agua residual se descargará al cauce *Patria Libre*. Las aguas tratadas poseen las siguientes características: 4.255 mg/lit de DBO5 y

3.6785 E+01 NMP/100 ml de Coliformes Fecales; los cuales son parámetros que están por debajo del decreto 33-95 establecidos por el MARENA.

En fin, tanto el sistema de diseño del alcantarillado sanitario y el sistema de tratamiento de aguas residuales, se realizó apegado a criterios de las normativas internacionales como nacionales.

Además, se realizó una evaluación del impacto ambiental en base a la definición de la Línea Base Ambiental que es donde se involucran los factores ambientales a afectar o beneficiar según sea el caso: Construcción y operación de la propuesta de Diseño de alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de Nandaime, empleando así las matrices de Milán, la cual permite cuantificar la cantidad de impactos positivos y negativos en las dos etapas del proyecto construcción y funcionamiento. En función de los negativos se elaboran medidas de mitigación para generar un equilibrio.

El costo total de la obra es de seis millones novecientos treinta y ocho mil quinientos cincuenta y cuatro con 92/100 dólares.

El trabajo se divide en nueve capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo 1: Características físicas y generales de Nandaime

Capítulo 2: Levantamiento topográfico del casco urbano de la ciudad de Nandaime mediante los softwares Google Earth y Global Mapper

Capítulo 3: Diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de Nandaime

Capítulo 4: Propuesta del diseño del sistema de tratamiento

Capítulo 5: Descripción de impacto ambiental

Capítulo 6: Costos del anteproyecto de alcantarillado sanitario de Nandaime

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

# Índice

Dedicatorias .....	i
Agradecimientos .....	iv
Resumen .....	v
Lista de tablas.....	xiv
Lista de Figuras.....	xvi
1. Aspectos generales.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Antecedentes .....	3
1.4. Justificación .....	4
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo general. ....	5
1.5.2. Objetivos específicos. ....	5
1.6. Alcances y limitaciones.....	6
1.6.1. Alcances.....	6
1.6.2. Limitaciones.....	7
1.7. Marco teórico.....	8
1.7.1. Generalidades.....	8
1.7.2. Agua residual.....	8
1.7.2.1. Aguas residuales domésticas. ....	8
1.7.2.2. Aguas residuales industriales.....	9
1.7.3. Clasificación de sistemas de alcantarillado. ....	9

1.7.3.1.	Alcantarillado sanitario .....	9
1.7.4.	Sistemas de Tratamiento para aguas residuales. ....	11
1.7.4.1.	Tipos de pre-tratamiento de aguas residuales.....	11
1.7.4.2.	Tipos de tratamiento de aguas residuales. ....	11
1.7.5.	Reúso de las aguas tratadas.....	13
1.7.6.	Evaluación del Impacto Ambiental.....	14
1.7.7.	Recomendaciones ambientales. ....	14
1.7.8.	Obras de mitigación. ....	15
1.8.	Diseño metodológico .....	16
1.8.1.	Estudios básicos.....	17
1.8.2.	Estudio poblacional.....	17
1.8.3.	Cálculo de caudales. ....	17
1.8.4.	Hidráulica aplicada al sistema de alcantarillas .....	18
1.8.5.	Diseño de red de alcantarillado. ....	18
1.8.6.	Diseño de sistema de tratamiento.....	19
1.8.6.1.	Proceso de Tratamiento preliminar.....	19
1.8.6.2.	Alternativa de Sistema propuesto. ....	19
1.8.6.3.	Ubicación del Sistema de Tratamiento. ....	19
1.8.7.	Descripción de impacto ambiental.....	19
Capítulo I:	Características físicas y generales de Nandaime.....	20
1.1.	Ubicación geográfica del casco urbano del municipio de Nandaime.....	20
1.2.	Superficie .....	20
1.3.	Altitud del municipio .....	21

<b>1.4. Población del Municipio.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5. Generalidades históricas .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.1. Fundación del Municipio.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.2. Cultura y Tradición .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.2.1. Fiestas Patronales. ....</b>	<b>21</b>
<b>1.6. Medio ambiente .....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.1. Distribución Poblacional.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.2. Suelos del Municipio.....</b>	<b>22</b>
<b>1.6.3. Nivel freático del agua. ....</b>	<b>23</b>
<b>1.6.4. Clima del municipio .....</b>	<b>23</b>
<b>1.6.5. Recursos Hídricos del Municipio.....</b>	<b>23</b>
<b>1.7. Amenazas naturales.....</b>	<b>24</b>
<b>1.7.1. Principales Amenazas Climáticas y Naturales.....</b>	<b>24</b>
<b>1.8. Dinámica Poblacional .....</b>	<b>25</b>
<b>1.8.1. Proyecciones del crecimiento en el Territorio. ....</b>	<b>25</b>
<b>1.9. Organización territorial del municipio.....</b>	<b>26</b>
<b>1.9.1. Viviendas.....</b>	<b>26</b>
<b>1.9.2. Tenencia de la tierra.....</b>	<b>26</b>
<b>1.10. Estructura económica del Municipio .....</b>	<b>26</b>
<b>1.10.1. Principales Actividades Económicas del Municipio.....</b>	<b>26</b>
<b>1.10.2. Turismo.....</b>	<b>27</b>

1.11.	Grado promedio de escolaridad .....	28
1.12.	Desagregación por sexo y edad de la población empleada.....	28
1.13.	Prestación de servicios básicos en el municipio .....	29
1.13.1.	Salud.....	29
1.13.2.	Energía Eléctrica. ....	29
1.13.3.	Telecomunicaciones. ....	29
1.13.4.	Agua potable y alcantarillado sanitario .....	29
1.13.5.	Infraestructura vial.....	30
1.14.	Servicios municipales.....	30
1.14.1.	Recolección de desechos sólidos.....	30
1.14.2.	Mercado municipal(es) .....	30
1.14.3.	Rastro municipal. ....	31
1.14.4.	Cementerios. ....	31
1.14.5.	Parques.....	31
1.14.6.	Trasporte intra-municipal. ....	31
1.14.7.	Catastro municipal.....	31
1.14.8.	Ornato.....	31
 <b>Capítulo II: Levantamiento topográfico del casco urbano de la ciudad de Nandaime mediante los softwares Google Earth y Global Mapper .....</b>		
2.1.	Recopilación de información de entrada.....	32
2.2.	Descripción del procedimiento. ....	32

2.3. Georreferenciación del plano de lotificación del casco urbano de Nandaime..	34
Capítulo III: Diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de Nandaime .....	36
3.1. Estimación de la población .....	36
3.1.1. Método geométrico.....	36
3.1.2. Determinación de la tasa de crecimiento geométrica (R) .....	37
3.2. Cantidades de aguas residuales .....	39
3.2.1. Caudal medio (Qmed).....	39
3.2.2. Caudal Máximo (Qmáx). .....	40
3.2.3. Gasto de infiltración (Qinf). .....	40
3.2.4. Caudal institucional (Qi).....	40
3.3. Diseño Hidráulico del sistema con el software SEWERCAD. ....	42
3.3.1. Criterios aplicados en el programa para el diseño hidráulico.....	42
3.3.1.1. Fórmula y coeficiente de rugosidad. ....	42
3.3.1.2. Velocidades Mínimas y Máximas.....	42
3.3.1.3. Diámetro mínimo.....	42
3.3.1.4. Pendiente longitudinal mínima.....	42
3.3.1.5. Pendiente longitudinal máxima.....	42
3.3.1.6. Pérdida de carga adicional. ....	42
3.3.1.7. Cambio de diámetro. ....	43
3.3.1.8. Ángulos entre tuberías. ....	43
3.3.1.9. Cobertura sobre tuberías.....	43
3.3.1.10. Ubicación de las alcantarillas.....	43
3.3.1.11. Ubicación de los Pozos de Visita Sanitarios (PVS). ....	43
3.3.1.12. Conexiones Domiciliares. ....	43
3.3.2. Diseño de red de alcantarillado con el uso de SewerCad Select. serie 5 ...	44



3.3.2.1.    Procedimiento de análisis hidráulico utilizando la herramienta SewerCad versión 5. ....	44
3.3.2.2.    Resultados del diseño hidráulico del anteproyecto de alcantarillado sanitario de Nandaime.....	54
Capítulo IV: Propuesta del diseño del sistema de tratamiento .....	81
4.1.    Tren de tratamiento preliminar .....	81
4.1.1.    Canal de entrada .....	81
4.1.2.    Rejas .....	82
4.1.3.    Desarenadores.....	84
4.1.4.    Medidor parshall.....	86
4.2.    Tren de tratamiento de aguas residuales.....	88
4.2.1.    Tratamiento Primario (Lagunas Anaerobias). ....	88
4.2.2.    Tratamiento secundario (lagunas aerobias).....	92
4.2.3.    Eficiencia de todo el sistema de tratamiento. ....	96
Capítulo V: Descripción de impacto ambiental .....	97
5.1.    Evaluación de impacto ambiental (EIA) .....	97
5.2.    Instrumentos ambientales del SISGA y su relación en el marco legal nacional	97
5.3.    Resumen de la valoración ambiental del proyecto .....	97
5.4.    Evaluación cualitativa de los impactos en la construcción .....	98
5.4.1.    Matriz causa-efecto. ....	98
5.4.2.    Matriz de valoración de impacto.....	99
5.4.3.    Matríz de importancia de impacto. ....	100

<b>Capítulo 6: Costos del anteproyecto de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del casco urbano del municipio de Nandaime.</b>	<b>101</b>
6.1. Introducción .....	101
6.2. Elaboración del presupuesto .....	101
6.2.1. Etapas de elaboración de presupuesto. ....	102
6.2.2. Cuantificación del presupuesto. ....	102
6.3. Parámetros consideraremos para la estructura de costos .....	103
6.3.1. Costo directo.....	103
6.3.2. Costos indirectos.....	103
6.3.3. Costos administrativos .....	103
6.4. Costos globales aplicados .....	104
6.4.1. Criterios considerados para la elaboración del costo.....	104
6.5. Costo y presupuesto de la propuesta de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento.....	105
<b>Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>106</b>
7.1. Conclusiones .....	106
7.2. Recomendaciones .....	108
<b>Bibliografía</b> .....	<b>110</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>112</b>

## Lista de tablas

TABLA 1.6.1. 1 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL DE NANDAIME. ....	22
TABLA 1.6.2. 1. USO ACTUAL DE LOS SUELOS DE NANDAIME. ....	22
TABLA 1.8.1. 1. PROYECCIONES ESTIMADAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL. ....	25
TABLA 1.9.2. 1TENENCIA DE LA PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE NANDAIME. ....	26
TABLA 2.3. 1 PUNTOS DE CONTROL TOMADOS PARA GEORREFERENCIAR EL PLANO DE LOTIFICACIONES. ....	34
TABLA 3.1.1.1. CENSOS NACIONALES DE LOS AÑOS 1950-2005. ....	36
TABLA 3.1.1.2. POBLACIÓN ACTUAL DE NANDAIME. ....	37
TABLA 3.1.2.1. ÍNDICE DE INCREMENTO GEOMÉTRICO DE LA POBLACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE NANDAIME..	37
TABLA 3.1.3.1. DATOS DE ENTRADA ADOPTADOS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES D EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO. ....	38
TABLA 3.2.1.1. DOTACIONES DE AGUA POTABLE RECOMENDADAS PARA DIFERENTES CIUDADES DEL PAÍS. ....	39
TABLA 3.2.4. 1 CAUDALES INSTITUCIONALES. ....	40
TABLA 3.2.5. 1. CUADRO DE CONSUMO PROYECTADO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO . ....	41
TABLA 3.3.2.1. CAUDALES POR TRAMO DE TUBERÍAS INGRESADOS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO. ....	62
TABLA 3.3.2.2. DATOS TOPOGRÁFICOS POR TRAMO DE TUBERÍAS. ....	71
TABLA 3.3.2.3. RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO DE TODA LA RED DE ALCANTARILLADO. ....	80
TABLA 4.1.1.1. DATOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO DE CANAL DE ENTRADA. ....	81
TABLA 4.1.1.2. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL CANAL DE ENTRADA. ....	82
TABLA 4.1.2.1. DATOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO DE LAS REJILLAS DE PRE TRATAMIENTO. ....	83
TABLA 4.1.2.2. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE LAS REJILLAS. ....	84
TABLA 4.1.2. 3. PERDIDA EN REJAS DE PTAR PARA EL CASCO URBANO DE NANDAIME. ....	84
TABLA 4.1.3.1. DATOS DE ENTRADA PARA DISEÑO DE DESARENADORES. ....	84
TABLA 4.1.3.2. CALCULO PARA LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR. ....	85
TABLA 4.1.3.3. CÁLCULOS PARA VOLÚMENES DE TOLVA. ....	85

TABLA 4.1.4.1. DATOS ENTRADA PARA CÁLCULO DE MEDIDOR PARSHALL.....	86
TABLA 4.1.4.2. CÁLCULOS PARA EL MEDIDOR PARSHALL. ....	87
TABLA 4.2.1.1. DATOS DE ENTRADA. ....	88
TABLA 4.2.1.2. CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LAGUNA PRIMARIA. ....	89
TABLA 4.2.1.3. CÁLCULOS EFECTUADOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNA PRIMARIA. ....	89
TABLA 4.2.1.4. CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LA REMOCIÓN DE DBO5 DE LAGUNA PRIMARIA. ....	90
TABLA 4.2.1.5. CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LA REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALIS DE LAGUNA PRIMARIA. ....	91
TABLA 4.2.1.6. EFICIENCIAS OBTENIDAS EN LAGUNAS PRIMARIAS. ....	91
TABLA 4.2.2.1. DATOS DE ENTRADA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNAS AEROBIAS. ....	92
TABLA 4.2.2.2. DIMENSIONAMIENTO PARA CADA LAGUNA DEL SISTEMA SECUNDARIO Y PERIODO DE RETENCIÓN. ....	93
TABLA 4.2.2.3. DIMENSIONAMIENTO PARA BORDE LIBRE Y CANAL DE LAGUNA AEROBIA. ....	93
TABLA 4.2.2.4. TABLA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DBO5. ....	94
TABLA 4.2.2.5. REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALIS POR LOS MÉTODOS MARAIS CHOW Y THIRIMURTY. ....	95
TABLA 4.2.2.6. EFICIENCIA DE LAGUNA AEROBIA. ....	95
TABLA 4.2.3.1. EFICIENCIAS DE TODO EL SISTEMA DE TRATAMIENTO. ....	96
TABLA 5.4.1.1. MATRIZ DE CAUSA-EFECTO (EIA) DE IMPACTOS NEGATIVOS. ....	98
TABLA 5.4.2. 1. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS. ....	99
TABLA 5.4.3.1. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTO. ....	100

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1.1. 1. LOCALIZACION MACRO Y MICRO DEL MUNICIPIO DE NANDAIME .....</b>	<b>20</b>
<b><i>FIGURA 1.11.1. ESCOLARIDAD EN EL MUNICIPIO DE NANDAIME.....</i></b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 1.12. 1 DESAGREGACIÓN DE LA POBLACIÓN DE NANDAIME. ....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 2.2.1. ÁREA DELIMITADA PARA LA EXTRACCIÓN DE LA TOPOGRAFÍA DE NANDAIME. ....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 2.2.2 CUADRO DE DIÁLOGO DE CONFIGURACIÓN DE GLOBAL MAPPER. ....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 2.3. 1. VISTA SATELITAL DE LOS PUNTOS TOMADOS PARA GEORREFERENCIAR EL PLANO DE LOTIFICACIONES. ....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 2.3.2. PLANO DE CURVAS DE NIVEL Y LOTIFICACIONES TRABAJADO EN AUTOCAD 2016. ....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.1. CONFIGURACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROYECTO. ....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.2 INTRODUCCIÓN DE LOS PARÁMETRO DE DISEÑO DEL PROYECTO.. ....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1 3. OPCIONES DE CÁLCULO BASE DEL PROYECTO. ....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.4. CATÁLOGO DE CONDUCTOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.5. CREACIÓN DE PROTOTIPO DE TUBERÍAS. ....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.6. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO. ....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.7. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE TUBERÍAS DEL PROYECTO. ....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.8. OBTENCIÓN DE LA ALTIMETRÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.9. ASIGNACIÓN DE CARGAS SANITARIAS PARA LA RED DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1.10. VALIDACIÓN DEL MODELO DE AS DE NANDAIME.....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 3.3.2.1. 11. INGRESO A LA VENTANA DE VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>



## **1. Aspectos generales**

### **1.1.Introducción**

El principal recurso que hace posible el desarrollo de la vida en nuestro planeta es el agua, este preciado líquido es utilizado por los seres vivos para realizar sus procesos biológicos, el agua se encuentra presente en casi toda la extensión de la tierra, y constituye el mayor porcentaje de los elementos que componen el cuerpo humano. El hombre ha utilizado este recurso para llevar a cabo sus principales actividades desde el comienzo de su historia, siendo ahora indispensable en su vida diaria, pero ésta no solo brinda beneficios al hombre, también puede causar perjuicios si no es debidamente manipulada una vez que ha sido utilizada por la actividad humana, convirtiéndose en un problema de sanidad publica y ambiental.

La existencia de un sistema de alcantarillado sanitario que garantice a una determinada población el desalojo de sus aguas residuales sin que perjudique su entorno físico es una necesidad primordial y un derecho de los ciudadanos, para así tener una mejor calidad de vida y un mejor ambiente de desarrollo. La recolección y eliminación de la excreta humana plantea los problemas importantes de la salud pública. La ciudad de Nandaime actualmente cuenta con un sistema de Agua Potable eficiente, pero carece de un sistema de alcantarillado sanitario que pueda conducir las aguas residuales de esta ciudad; su ausencia hace que las condiciones ambientales y de salubridad sean inseguras, causando contaminación al medio ambiente y una gran proliferación de enfermedades. Tales como infecciones digestivas, alergias, dengue, chikungunya.

El propósito de esta investigación es plantear un estudio de anteproyecto de diseño de una red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento que disminuya los problemas de sanidad y contaminación que generan las aguas residuales que fluyen por las calles de la ciudad de Nandaime, logrando contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de esta ciudad.



## 1.2. Planteamiento del problema

Nandaime, a pesar de ser una ciudad que cuenta con una población de 20,436 habitantes en su casco urbano, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para el saneamiento de las aguas servidas que posteriormente serán descargadas en un cuerpo receptor. La falta de alcantarillado sanitario en este sector es evidente en el casco urbano y se refleja en las condiciones de las calles, proliferación de vectores, y malos olores; por esto, mismo es indispensable que la población goce de un sistema de alcantarillado que mejore sus condiciones de vida.



### 1.3. Antecedentes

Nicaragua es un país el cual está en vía de desarrollo e implementa una política de proyección de bienestar comunitario para tratar la problemática social del país, mejorando los índices de pobreza, seguridad de la ciudadanía y servicios básicos.

En lo que respecta a la realización de nuestro estudio, existe mucha información académica que se han realizado en diferentes departamentos de Nicaragua para desarrollar y aumentar los niveles de servicio que son aspectos prioritarios para mejorar los niveles de vida de la población.

Sin embargo, los trabajos realizados sobre el saneamiento de la ciudad de Nandaime son pocos, ya que Nandaime no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por ende, no existen estudios completos acerca del tema, además la alcaldía cuenta con muy poca información actualizada.

En los estudios académicos elaborados que sirven como antecedentes previos se tienen:

1. Estudio de Diseño de sistema de Agua potable, realizado por una alumna de la universidad Unan Managua (Karina, 2013).
2. Estudio de perfectibilidad de ENACAL (ENCAL-BID, 2006).
3. Monografía de alcantarillado sanitario (Rodriguez González, M.D.; y Tobal, G.A, 2012).
4. Investigación monográfica del alcantarillado de san Pablo (Blandón Blandón, Mejía Gomez, & Barberena García, 2011).
5. Estudio monográfico de alcantarillado de reparto san Fernando, Managua (Reinoso Velásquez & Blandón Useda, 2010).
6. Estudio de perfil de A.S. Nandaime (ENACAL, 2013)





#### 1.4. Justificación

El municipio de Nandaime es el segundo municipio más extenso de Granada y presenta una población numerosa que está en crecimiento, especialmente en el casco urbano; es también una zona muy vulnerable a las inundaciones por su relieve que es en gran parte plano; debido a estos factores sociales, y topográficos, se ve afectado el entorno ambiental y físico de la ciudad por el estancamiento de las aguas grises en sus calles que ocasiona la proliferación de zancudos; además los hogares no tienen un tratamiento adecuado de las aguas domiciliarias que se descargan a las calles, esta situación es muy crítica en la época de verano, donde el escurrimiento de las aguas grises pone en peligro de contaminación a las fuentes existentes y por ende la proliferación de muchas enfermedades relacionadas con el agua.

La población emplea como medio de saneamiento la utilización de sumideros, letrinas y otros métodos artesanos, razón por la cual el municipio de Nandaime debe contar con un Sistema de Alcantarillado Sanitario, el cual, le permita desechar sus aguas servidas y saber que van a ser tratadas y evacuadas a un receptor natural sin recurrir a alterar negativamente su medio ambiente.

El diseño de un sistema de alcantarillado ayudará a mejorar las condiciones de la ciudad, además también aportará a una mejor presentación de su infraestructura vial, aportando muchos beneficios a los habitantes de la ciudad.

Es necesario realizar esta investigación para plantear una alternativa de solución, para la cual se iniciará un análisis de la situación actual y una compilación de información vinculada con el área de proyecto, adicionalmente se propondrá un método para el tratamiento de las aguas residuales.



## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general.

- Proponer el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del casco urbano de Nandaime para un periodo de diseño de 20 años.

### 1.5.2. Objetivos específicos.

- Describir las características sociodemográficas de la población del casco urbano de la ciudad.
- Identificar la topografía del terreno del casco urbano de la ciudad de Nandaime utilizando los softwares Google Earth, Global Mapper, AutoCAD.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de la ciudad de Nandaime utilizando el software SEWERCAD Select Series 5 V8i.
- Diseñar el sistema de tratamiento de las aguas residuales recolectadas por el alcantarillado sanitario.
- Describir el Impacto Ambiental que se producirá durante y después de la construcción idealizada del diseño del Sistema de Alcantarillado.
- Presentar una estimación de costos globales del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento propuestos.



## **1.6. Alcances y limitaciones**

### **1.6.1. Alcances.**

Se determina la población futura para los veinte años de vida útil del proyecto, gracias a los datos obtenidos de los censos poblacionales proporcionados por el INIDE Central de Managua Y EL MINSA de Nandaime con los que se logró distribuir la población proyectada en todo el casco urbano y las zonas de crecimiento para realizar un diseño realista en base a la población a ser servida.

Se obtuvo la topografía específicamente del área de estudio del casco urbano de Nandaime aplicando softwares y se logró obtener las curvas nivel que describieran la forma del terreno para ubicar todo el sistema de drenaje propuesto.

Se presenta la propuesta de diseño la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de Nandaime, la cual funciona por gravedad con la que se logra brindar un servicio al 90% de la población de diseño determinada.

Para el tratamiento de aguas residuales se determinó un sistema de lagunaje, que es una opción económica y eficiente por el volumen de aguas a tratar diseñando respectivamente dos lagunas anaerobias y una aerobia con su tren de pretratamiento, respetando las normas y parámetros requeridos en dependencia de la calidad de descarga del efluente.

Dentro del impacto ambiental correspondiente a la construcción de la propuesta de diseño, se logró ubicar dentro del rango de impacto moderado e irrelevante; compensando esto con medidas de mitigación y recomendaciones adecuadas.

Se calculó un costo global del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento utilizando precios estándar del FISE 2015 y precios utilizados hasta el año 2016 por el Grupo Z.



### 1.6.2. Limitaciones.

Para el cálculo de la proyección poblacional no se contó con un censo actual, ni tampoco se hizo un censo habitacional de parte de los desarrolladores del estudio debido a la gran extensión del área y el costo económico que conlleva ejecutarlo.

Se carece de un levantamiento topográfico de campo ya que no se tuvo a disposición las herramientas ni por instituciones, ni por el alma mater para realizarlo.

Debido a que el diseño del sistema de alcantarillado sanitario funciona por gravedad, un 10% de la población del casco urbano no gozará del servicio, ya que la superficie del terreno no lo permite por tener un contrapendiente que desfavorece la instalación de las tuberías por gravedad.

Inexistencia de estudios pertinentes para la caracterización del agua del sitio de la propuesta de diseño del sistema de tratamiento, por lo que se utilizó los parámetros de las aguas residuales de Granada.

Debido a que Nicaragua carece de una normativa completa que contemple todos los parámetros para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se utilizó la normativa internacional de OPS/OMS/CEPIS.



## **1.7. Marco teórico.**

### **1.7.1. Generalidades.**

En el diseño de un sistema de alcantarillado se requiere del conocimiento indispensable del área donde se pretende implementar el sistema, para así proceder a incorporar todos los aspectos técnicos de diseño, aplicando las normativas que se correspondan de acuerdo a las condiciones que demanda el sistema, por consiguiente es necesario proceder con una investigación de todas las condiciones que puedan significar un aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Los estudios fundamentales que se requieren para el correcto desarrollo del diseño son los siguientes: geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, topográficos, obras existentes, económicos, y estudios misceláneos.

### **1.7.2. Agua residual.**

Es aquel tipo de agua que se encuentra contaminada por sustancias procedentes de desechos orgánicos o inorgánicos, los que pueden tener procedencia doméstica o industrial, y requieren de sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su incorrecto tratamiento induce a serios problemas al ambiente y la salud del hombre. Las aguas residuales se dividen en dos grupos, aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales.

#### **1.7.2.1. Aguas residuales domésticas.**

Son las que provienen de inodoros, lavaderos, cocinas, baños, y otros elementos domésticos producto de la actividad humana. Estas aguas están compuestas de sólidos suspendidos (en su materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo)) y organismos patógenos.

El agua residual que proceda de residencias, instalaciones comerciales, públicas y similares; deben considerarse a la curva de consumos acumulados transformada en curva de descarga acumulados como un buen indicador de la cantidad de aguas negras que reciben los colectores cloacales.



### **1.7.2.2. Aguas residuales industriales.**

Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, y debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como: plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

La aceptación de las aguas residuales industriales en un sistema de alcantarillado, estará condicionada a un tratamiento previo de la misma. El aporte puede variar ampliamente y estará acorde al tipo de industria, tamaño de la planta, tipo de supervisión y en todos los casos, las circunstancias presentes y futuras.

### **1.7.3. Clasificación de sistemas de alcantarillado.**

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, y podemos decir que existen:

- Alcantarillado pluvial: Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado sanitario: Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado combinado: Es el alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de lluvia.

#### **1.7.3.1. Alcantarillado sanitario**

El Sistema de Alcantarillado de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales. (INAA, 1998)

Los sistemas de alcantarillado sanitario pueden ser de dos tipos convencionales o no convencionales (CONAGUA, 2009) dice:

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:



**Alcantarillado separado:** es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

a) Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

b) Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

**Alcantarillado combinado:** conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia.

**Los sistemas de alcantarillado no convencionales** se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limita a la evacuación de las aguas residuales.

a) **Alcantarillado simplificado:** un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.

b) **Alcantarillado condominiales:** Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.

c) **Alcantarillado sin arrastre de sólidos:** Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones.

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.



### 1.7.4. Sistemas de Tratamiento para aguas residuales.

#### 1.7.4.1. Tipos de pre-tratamiento de aguas residuales.

- Rejillas.
- Tamices.
- Trituradores y rasgadores.
- Desarenadores.
- Trampas para grasas y aceites.
- Tanques de pre aireación y floculación.

#### 1.7.4.2. Tipos de tratamiento de aguas residuales.

La mejor opción de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas.

- **Tanque Imhoff.**

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.





- **Secado de lodos**

El proceso de secado de lodos se refiere generalmente a los sistemas de desaguado de lodos que buscan reducir el contenido de agua en el lodo a menos de un 85%. En la selección del método de secado de un lodo hay que tener en cuenta la naturaleza del lodo, los procesos subsecuentes de tratamiento y el método de disposición final.

- **Lechos (Eras) de secado.**

Los lechos de secado se utilizan normalmente para la deshidratación de lodos digeridos. Se usan cuatro tipos de lechos de secado: (1) convencionales de arena, (2) pavimentados, (3) de medio artificial y (4) por vacío.

- **Humedales de Flujo Sub-Superficial (Biofiltro de Flujo Horizontal Sub-Superficial).**

Un humedal artificial es un sistema de tratamiento de agua residual (estanque o cauce) poco profundo, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y contado con los procesos naturales para tratar el agua residual. Los wetlands construidos tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para operar. Los wetlands proporcionan el hábitat para la vida silvestre, y son, estéticamente, agradables a la vista.

- Sistema de agua superficial libre (SASL).
- Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS)
- Vegetación.

- **Lagunas de estabilización.**

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

En el Figura 1. se muestra un diagrama de colocaciones más comunes de los sistemas de tratamientos basados en lagunas de estabilización. (Blandón, 2011)



**Figura 1. (Tipos y Diagramas de Lagunas)**  
**Fuente: (CEPIS, 2005)**

### 1.7.5. Reúso de las aguas tratadas.

“Se estima que la Tierra contiene 1 351 millones de km<sup>3</sup> de agua. Sólo el 0,003% es agua dulce, es decir, agua apta para beber, higiene, agricultura e industria. La mayor parte del agua dulce se encuentra lejos de la civilización o en lugares de difícil acceso para ser captada para su uso. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que sólo de 9 000 a 14 000 km<sup>3</sup> se encuentran económicamente disponibles para el uso humano cada año” (FAO-WATER, 2008)

Los usos que se da a las aguas residuales ya tratadas para un proceso de reutilización son muy diversos, aunque predominan los usos para todo tipo de riegos. La reutilización de aguas residuales para el riego presenta múltiples ventajas. En primer lugar, el agua tratada representa una fuente constante y segura de agua aún en los años más secos. También es un aporte continuo de nutrientes para las plantas que a su vez representa un ahorro en gastos de fertilización. Y finalmente con su uso se contribuye a la conservación de los recursos hídricos y a la reducción del coste económico del agua destinada para riego ya que aguas de otra procedencia como es el agua potable puede resultar a mayor precio.

De acuerdo con (Metcalf&Eddy Inc., 1996) debe existir un plan de recuperación y reutilización de aguas residuales el que idealmente debe incluir los siguientes análisis;1) determinación de las necesidades de tratamiento y evacuación de aguas residuales;2) determinación de la demanda y recursos de agua y abastecimiento; 3) determinación de los beneficios en el abastecimiento de agua en función del potencial de reutilización; 4)



análisis del mercado para el agua residual recuperada; 5) análisis económico e ingenieril de las posibles alternativas, y 6) desarrollo del plan y el análisis financiero.

Las aguas tratadas de Nandaime se pueden utilizar para fines de reúso ya sea para el riego de agricultura teniendo en consideración su calidad entre estas el nivel de demolición de bacterias coliformes fecales. O más bien para el riego de áreas verdes que involucran parques jardines y cementerios, eliminación de polvo, limpieza de ganado, riegos de zacate taiguanes para alimento de ganado entre otros.

El reúso de estas aguas es de vital importancia ya que se utilizarían para fine tanto de comercialización como para mejorar el uso potencial del ambiente.

#### **1.7.6. Evaluación del Impacto Ambiental.**

El medio ambiente es un espacio en el que no solo se desarrolla la vida, sino que también contiene elementos indispensables para el desarrollo y supervivencia humana como lo son: el agua, el suelo y el aire y por ende debe existir una armonía y equilibrio del mismo.

La ingeniería civil tiene la obligación de proporcionar una estabilidad en cuanto a la manipulación del medio ambiente, por lo que se ve se ve en la necesidad de buscar y aplicar nuevas estrategias para contribuir a la generación de muchos de esos cambios en la naturaleza, entre los cuales se encuentran los que generan gran beneficio para la población, pero también aquellos que se consideran perjudiciales desde la perspectiva ambiental y social; sin embargo en cada ejecución de un proyecto civil, se debe priorizar la protección del Medio Ambiente.

#### **1.7.7. Recomendaciones ambientales.**

Nandaime siendo una zona totalmente intervenida e influenciada por la actividad humana, el paisaje natural ha sido desplazado por construcciones dedicadas a la residencia, comerciales e institucional y de asistencia social. Sin embargo, para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario se realizan trabajos de movimientos de tierras y construcción, se prevé una afectación a la percepción visual del proyecto en



la fase de construcción. Para este impacto, se recomienda que todos los materiales excavados sean convenientemente rellenos o desechados.

Además, cumplir con las recomendaciones para cada factor ambiental.

- Aire

Es recomendable tener las calles limpias, excavaciones con señalización para control de polvo y gases. Rellenos compactados con humedad óptima, Controlar los trabajos de construcción para evitar que se genere polvo en exceso (material particulado) durante las actividades que involucran movimiento de tierras, excavaciones y desalojo de materiales.

- Suelo

Es recomendable realizar la disposición adecuada de los residuos sólidos que se obtienen de la limpieza de las calles.

- Agua

Evitar desbordes de alcantarillado con mantenimientos preventivos.

#### **1.7.8. Obras de mitigación.**

- Ruidos fuertes por la utilización de máquinas y vehículos.

Para reducir tales efectos se exigirá al contratista que las maquinas a utilizarse estén en buen estado y cuenten con aditamentos para mitigar el ruido.

- Emisiones de polvo y gases.

Se le comunicara las personas aledañas al proyecto la importancia de mantenerse alejados de la zona de trabajo ya que las emisiones de polvo podrían generar enfermedades en las vías respiratorias lo cual sería conveniente regar la superficie con camión cisterna dos veces al día.

- Interrupción del tráfico.

Se deberán mantener avisos preventivos y luminosos sean necesarios y señales de desvíos adecuados en todos los cierres e intercepciones para así prevenir los accidentes.



- Erosión.

Como medida se indica que se debe utilizar el material del lugar existente para compactación y así evitar de que el material suelto se erosione.

- Estética

Si fuesen vías muy transitadas se tendrían que ir terminando vías de tramos por taramos en el menor tiempo posible priorizando que la apariencia final sea la esperada.

- Ya concluida la ejecución del proyecto.

Instar a la población a tomar medidas de mantenimiento del alcantarillado más en la época de invierno.

Los impactos ambientales serán negativos únicamente en la etapa de construcción debido a las afectaciones que causarán los movimientos de tierra, la maquinaria pesada, etc. Sin embargo, en la etapa de operación se evidencia que el proyecto será beneficioso para la población de Nandaime desde el punto de vista ambiental, económico, social y de salud pública.

### **1.8. Diseño metodológico**

A continuación, se describe la metodología empleada para el desarrollo de la investigación, señalando la estrecha relación que existe entre las actividades concernientes a los estudios básicos de ingeniería y los aspectos socio-económicos, los cuales se deberán realizar antes de iniciar las actividades propiamente de diseño. Además, se dan a conocer los criterios de diseño que rigieron el proyecto, mismos que fueron basados en las normas técnicas de ENACAL. La investigación se elaboró en las cuatro etapas siguientes:

La primera consistió en la recopilación de todos los estudios básicos ya existentes y realizados por Instituciones Nacionales y/o contratadas por la alcaldía de Nandaime, tales como ENACAL, INETER, INIDE y el MINSA; además se realizará el levantamiento Topográfico por medio de la utilización de software Global Mapper, AutoCAD y Google Earth para la representación gráfica de la Ciudad, y un estudio y proyección de la



población y vivienda basados en censos poblacionales.

La segunda etapa consistió en la obtención de la tabla de caudales de diseño, aplicando el método de Hacinamiento Poblacional, considerando como se distribuye la lotificación del municipio lo que permitirá también realizar los cálculos hidráulicos y topográficos para la confección de los planos correspondientes en planta y perfil del diseño.

En la tercera etapa, se propone la configuración de la red de alcantarillado y tren de tratamiento de las aguas residuales con sus respectivos planos.

Y por último en la cuarta etapa se elaboran las recomendaciones en cuanto al impacto ambiental, y las acciones de mitigación durante el desarrollo físico del proyecto.

Seguidamente se presenta la estructura de cómo se desarrollaron las anteriores etapas descritas.

#### **1.8.1. Estudios básicos.**

Estos estudios se realizan utilizando software tales como Global Mapper, Google Earth y AutoCAD, además se utilizaron datos proporcionados por INIDE y MINSA, tales estudios son:

- Topografía.
- Censo Poblacional.

#### **1.8.2. Estudio poblacional.**

Se desarrolló el estudio poblacional de manera analítica utilizando los datos proporcionados por las instituciones INIDE y MINSA, con la ayuda del programa de cómputo Excel se realizó el cálculo de los siguientes datos esenciales para el estudio:

- Período de Diseño.
- Análisis de Tasa de Crecimiento Poblacional.
- Población de Diseño.

#### **1.8.3. Cálculo de caudales.**

Para conocer los caudales que se utilizaron para la propuesta de diseño de este estudio, se utilizaron ecuaciones de cálculo y también el software Excel, tales cálculos



fueron:

- Consumo doméstico
- Consumo comercial, industrial y público.
- Caudal de Infiltración ( $Q_{inf}$ ).
- Caudal Medio ( $Q_m$ ).
- Caudal Máximo ( $Q_{m\acute{a}x}$ ).
- Caudal de Diseño ( $Q_d$ ).

#### **1.8.4. Hidráulica aplicada al sistema de alcantarillas**

De acuerdo con (Medcalf&Eddy Inc, 1996), los principales factores que afectan al flujo de aguas residuales en las alcantarillas son:

- a) Pendiente
- b) Sección transversal
- c) Rugosidad de la superficie interior de la conducción
- d) Condiciones de flujo, tales como: flujo a sección llena o parcialmente llena, flujo permanente o variado, etc.
- e) Presencia o ausencia de obstrucciones, codos y otras alteraciones del flujo
- f) Naturaleza, peso específico y viscosidad del líquido

#### **1.8.5. Diseño de red de alcantarillado.**

Para el diseño de la red de alcantarillado se utilizó el software SEWERCAD V8I Select series 5, el cual nos permitió realizar el diseño y análisis hidráulico de todo el sistema de alcantarillado propuesto, sabiendo que este trabaja con los criterios y métodos de análisis hidráulicos que satisfacen nuestro estudio:

- Fórmula y coeficiente de rugosidad.
- Tirante de Agua.
- Velocidades Mínimas y Máximas.
- Diámetro mínimo.
- Pendiente longitudinal mínima.
- Pendiente longitudinal máxima.
- Pérdida de carga adicional.
- Cambio de diámetro.
- Ángulos entre tuberías.
- Cobertura sobre tuberías.
- Ubicación de las alcantarillas.
- Ubicación de los Pozos de Visita Sanitarios (PVS).



### **1.8.6. Diseño de sistema de tratamiento.**

Se utilizó el software Excel para el cálculo del dimensionamiento de los sistemas de tratamiento preliminar, así como el sistema de tratamiento que removerá las impurezas de las aguas residuales, incorporando ecuaciones y criterios de INAA, MARENA y OMS-CEPIS. Tal etapa de nuestro diseño se desarrolló en:

#### **1.8.6.1. *Proceso de Tratamiento preliminar.***

Requerida para la remoción de sólidos, arenas y grasas.

- Canal de Entrada.
- Rejas.
- Desarenador.
- Medidor Parshall.

#### **1.8.6.2. *Alternativa de Sistema propuesto.***

Se propone como alternativa tratamiento un sistema de lagunaje el cual removerá la carga orgánica hasta llevarla a niveles de concentración admitidos; comprendido por:

- Lagunas Anaeróbicas Primaria + Laguna Aerobia Secundaria.

#### **1.8.6.3. *Ubicación del Sistema de Tratamiento.***

El sistema de tratamiento de aguas residuales deberá ubicarse en la zona más baja que haga posible la deposición de las cantidades de aguas colectadas por el alcantarillado, y en un lugar que no sea perjudicial a los pobladores en caso de olores fuertes.

### **1.8.7. Descripción de impacto ambiental.**

Para describir el impacto ambiental se utilizaron tablas de Excel, en las que se incorporaron matrices de Millán que nos proporcionaron de manera cualitativa el grado de alteración ambiental que produciría el proyecto en su etapa constructiva. Esto incluirá:

- Etapas de construcción.
- Realización de matrices de Millán.
- Análisis de matrices de Millán
- Acciones de Mitigación

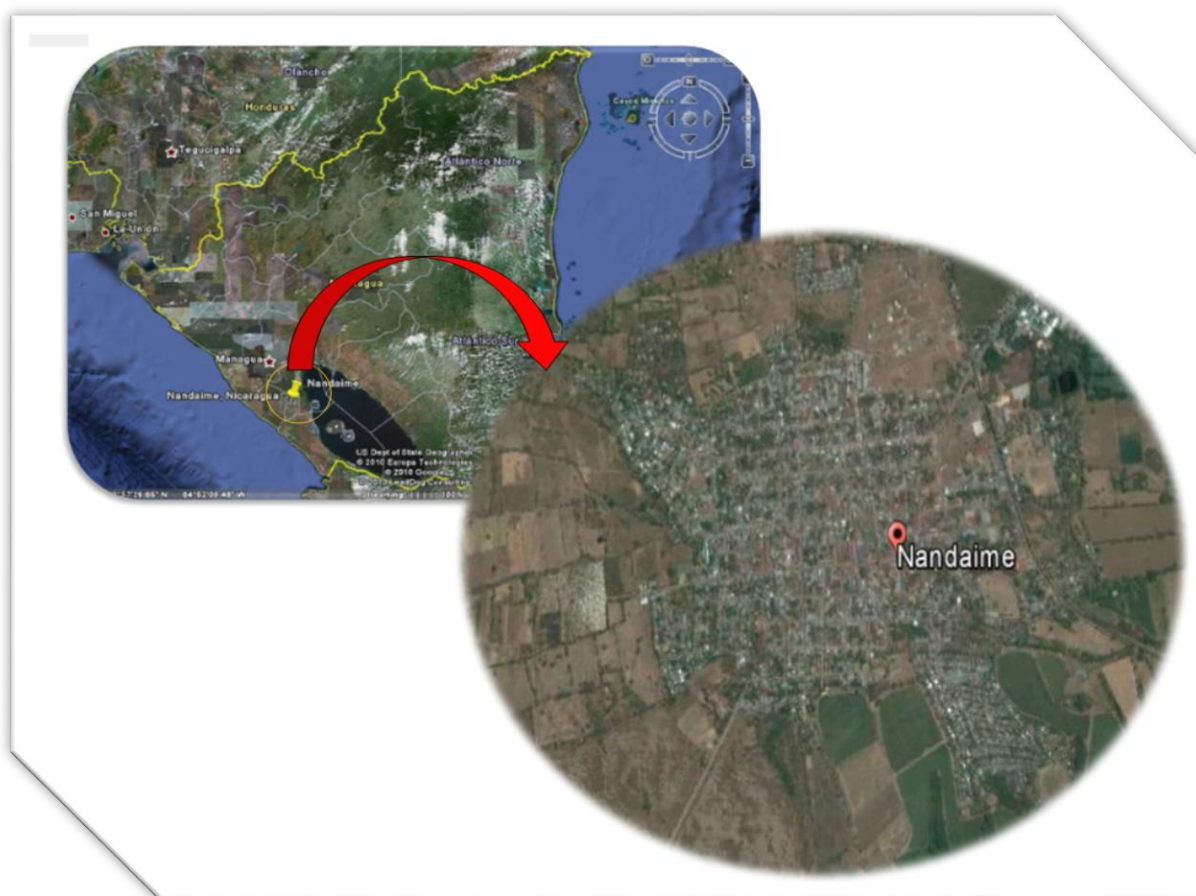




## Capítulo I: Características físicas y generales de Nandaime

### 1.1. Ubicación geográfica del casco urbano del municipio de Nandaime

Nandaime se ubica entre las coordenadas 11º, 45' latitud norte y 86º 03' longitud oeste. Extremo sur del departamento de Granada, a 20 Km. de la cabecera departamental, Granada, y a orillas de la Carretera Panamericana, y tiene los siguientes límites: al norte, con municipio de Granada, Diría y Diriomo; al sur, con el municipio de Belén, Potosí y Buenos Aires, Departamento de Rivas; al Este, con el lago de Nicaragua, Cocibolca; al Oeste, con los Municipios de Santa Teresa y La Paz de Carazo Departamento de Carazo.



**Figura 1.1. 1. Localización macro y micro del municipio de Nandaime**  
**Fuente: Fotografía satelital en Google Earth 2016.**

### 1.2. Superficie

Nandaime cuenta con una extensión territorial de: 340 Km<sup>2</sup>



### **1.3. Altitud del municipio**

La elevación del Municipio de Nandaime es de 140 metros sobre el nivel del mar.

### **1.4. Población del Municipio.**

La información presentada a continuación tiene como fuente el último censo nacional realizado en el año 2005 y las proyecciones de población elaboradas por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

### **1.5. Generalidades históricas**

#### **1.5.1. Fundación del Municipio.**

Según documentos históricos y ruinas arqueológicas descubiertas a dos leguas del oriente de la actual ubicación de Nandaime, la población tuvo tres asentamientos a lo largo de la historia.

El primero se llamó Nandaime o Nandaime, situado frente a la isla zapatera; el segundo asentamiento se ubicó a dos leguas del oriente de la actual ciudad en la cabecera del Río Manares, el tercer y último asentamiento, es la actual ciudad de Nandaime.

#### **1.5.2. Cultura y Tradición**

##### **1.5.2.1. Fiestas Patronales.**

En el Municipio se celebra el 26 de julio en honor de nuestra patrona Santa Ana, pero las festividades tardan de 25 a 30 días. Las fiestas patronales se comienzan a organizar desde finales del mes de mayo, con la conformación del comité de fiestas patronales, electo cada año por el Concejo Municipal. Entre las actividades se destacan la entrada de toros, tardes taurinas la llevada y traída de las imágenes a la orilla y la hípica de renombre.

### **1.6. Medio ambiente**

#### **1.6.1. Distribución Poblacional.**

Hasta el año 2016 la población total del municipio de Nandaime es de 40327 habitantes, distribuidos de la forma que se muestra en la tabla

**Población Urbana y Población Rural.**

Distribución	Número de habitantes
Población urbana	20,436
Población rural	19,891

**Tabla 1.6.1. 1 Distribución poblacional de Nandaime.**  
**Fuente: MINSA- NANDAIME 2016**

**1.6.2. Suelos del Municipio.**

- Tipos de suelos existentes.

En la Nandaime se encuentran 5 tipos de suelos, variando las características de estos de un lugar a otro: Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles, Molisoles y Alfisoles.

- Uso Potencial del Suelo

De acuerdo al estudio realizado, gran parte del suelo es apropiado para la agricultura con manejo silvopastoril y para la ganadería intensiva con manejo agroforestal; otra parte puede ser utilizada para la agricultura y ganadería extensiva.

- Uso actual del suelo

El uso actual de los suelos en Nandaime se presenta en la tabla 1.6.2.1.

Categoría	Áreas (Km <sup>2</sup> )	%
Forestal	59	19
Agrícola	62	20
Agropecuario	39	29
Agroforestal	42	14
Pastoreo	36	12
Áreas protegidas	16	6

**Tabla 1.6.2. 1. Uso actual de los suelos de Nandaime.**  
**Fuente: (Alcaldía Municipal de Nandaime, 2012)**



### **1.6.3. Nivel freático del agua.**

Nandaime es un municipio privilegiado por gozar de abundante recurso de agua subterránea y el nivel freático se encuentra a muy poca profundidad. "... desde la parte sur de Nandaime en dirección al lago Cocibolca las profundidades son menores a los 5 m ..." (Dávila, López, & Castillo, 2012). Ver perfil de Nivel freático en Anexo 12.

### **1.6.4. Clima del municipio**

- Zonas climáticas

De acuerdo a la clasificación Koppen, es de sabana tropical, caracterizándose por presentar una marcada estación seca, con cuatro a cinco meses de duración, entre diciembre y abril con precipitaciones moderadas y una marcada estación entre la estación lluviosa y la estación seca.

### **1.6.5. Recursos Hídricos del Municipio.**

- Cuencas Hidrográficas

Los acuíferos del Municipio de Nandaime pertenecen a la cuenca 69 o cuenca del gran Lago de Nicaragua; donde la subcuenca más grande del municipio es la del río Ochomogo; que dentro de este existen micro cuencas que lo abastecen, la cual es usada como fuente de agua para uso humano en las comunidades cercanas a ella; existen algunas micro cuencas que son la del Río Manares, Río Escalante, Las Lagunas de Mecatepe y parte de las aguas del gran Lago de Nicaragua.

- Hidrología Superficial.

Los datos utilizados para determinar la escurrimiento superficial de la subcuenta le corresponden a los años 1990 – 2004. Por no existir una estación hidrométrica en la subcuenta, no se cuenta con registros de datos de caudal, por lo que los valores de la escurrimiento superficial se estimaron en base a los tipos de suelos.



## **1.7. Amenazas naturales.**

### **1.7.1. Principales Amenazas Climáticas y Naturales.**

#### **a) Amenaza sísmica:**

La sismicidad del municipio está limitada a pequeños sismos locales y no frecuentes, que están controlados por fallas normales de distribución local. De acuerdo a datos sísmicos de la región en años anteriores, la intensidad de los sismos ha sido leve y sin ninguna trascendencia.

#### **b) Amenaza volcánica:**

El lineamiento Vulcano-tectónico Granada-Nandaime ha sufrido varias etapas de desarrollo volcánico. En su parte meridional cerca de Nandaime y sobre los pendientes SO del Mombacho está representado por erupciones relativamente débiles de un magma intermedio a ácido de la edad del Holoceno.

#### **c) Amenaza por huracanes:**

Para el caso de Nandaime el rango en la escala que ocupa es de 2, que significa que existe una amenaza Baja.

#### **d) Inundaciones**

En el municipio de Nandaime es muy común la ocurrencia de inundaciones como efecto de la manifestación de huracanes, tormentas, ondas tropicales y lluvias intensas.

La deforestación, condiciones geográficas y tipos de suelo tales como planicies de suelos fósiles (suelos muy antiguos) predisponen a extensas áreas del municipio a la erosión lo que genera la acumulación de material erosionado a modo de conos coluviales dando origen al desbordamiento de los ríos y a la inundación de las comunidades cercanas a ellos.



## 1.8. Dinámica Poblacional

### 1.8.1. Proyecciones del crecimiento en el Territorio.

Proyecciones de poblacional 30 de junio por sexo, según año calendario y tasa de crecimiento. Periodo 2005-2020.

Municipio, año y tasa de crecimiento	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
NANDAIME			
2005	37 609	19 028	18 581
2006	37 923	19 170	18 753
2007	38 236	19 310	18 926
2008	38 546	19 448	19 098
2009	38 689	19 601	19 288
2010	39 188	19 733	19 455
2011	39 484	19 862	19 622
2012	39 777	19 990	19 787
2013	40 060	20 114	19 946
2014	40 333	20 234	20 099
2015	40 596	20 349	20 247
2016	40 821	20 456	20 365
2017	41 014	20 559	20 475
2018	41 239	20 662	20 577
2019	41 420	20 749	20 671
2020	41 637	20 836	20 801
Tasa de crecimiento			
2005 - 2010	0.8	0.7	0.9
2010 - 2015	0.6	0.5	0.6
2015 - 2020	0.5	0.5	0.5

*Tabla 1.8.1. 1. Proyecciones estimadas de crecimiento poblacional.*

*Fuente: (Alcaldía Municipal de Nandaimé, 2012)*



## 1.9. Organización territorial del municipio

### 1.9.1. Viviendas.

De acuerdo a estudio realizado por catastro municipal, en Nandaime se cuenta con 12 mil viviendas de las cuales 55 % Está en el área urbana y el restante 45 % en el área rural del municipio.

### 1.9.2. Tenencia de la tierra.

En la tabla 1.9.2.1. se muestra la manera en que está distribuida la tenencia de la tierra en el municipio de Nandaime.

Tipo de Tenencia	Urbana	Rural
Escritura	70 %	45 %
Adjudicada por Gob.	30 %	12 %
Cooperativas	N/A	43 %

*Tabla 1.9.2. 1Tenencia de la propiedad del municipio de Nandaime.*

*Fuente: (Alcaldía Municipal de Nandaime, 2012)*

## 1.10. Estructura económica del Municipio

### 1.10.1. Principales Actividades Económicas del Municipio.

- **Agricultura.**

La base económica del Municipio es el sector primario, el 53.2% del total de la producción se dedican a las actividades agrícolas. Los principales cultivos son: el maíz cosechado de postrera, el sorgo millón, el arroz seco, el ajonjolí, el arroz de riego, el café y la caña de azúcar. Otros productos dedicados para la comercialización, son los productos de patio agrícola y productos pecuarios, así como forestales (leña, carbón y madera).

- **Ganadería**

La ganadería el municipio de Nandaime se mantiene como uno de los rubros en crecimiento posesionándolo como uno de los principales indicadores económicos, según los registros que son llevado por la Alcaldía Municipal los dueños de ganados que registras sus fierros anualmente ha alcanzado una cartera de cerca de 865 Propietarios de ganado.



El simple hecho de que en Nandaime está la planta del matadero San Martín el más grande de Centroamérica hace que haya un flujo constante de ganado proveniente del interior del municipio, así como del afuera de este, además del ganado que se comercializa entre los ganaderos para crianza o consumo mismo de la comunidad.

- **Pesca** La pesca que hay en el municipio es para consumo mismo de la comunidad no con fin de explotarlo comercial tomando en cuenta que el pescado que consume la ciudadanía proviene de costas pertenecientes a otros municipios, tales como Las Salinas, Casares, El Menco.

- **Forestal**

El sector Forestal en el Municipio de Nandaime ha tomado un gran valor con la instalación de inversionistas que han establecido plantaciones forestales de la especie Teca, en un área que cubre cerca de 1, 800 Mz. De tierra dedicadas a la plantación de este árbol,

- **Construcción.**

Aunque no se cuenta con empresas desarrolladoras en el sector construcción, Nandaime posee una rica cantidad de mano de obra calificada que ha tenido oportunidad de trabajar en extinto plantel de carretera MICONS, así como en proyectos habitacional, en el presente mucha de esa mano de obra se encuentra fuera del país, específicamente en el país vecino de Costa Rica dado a la alta demanda de mano de obra calificada.

### **1.10.2. Turismo.**

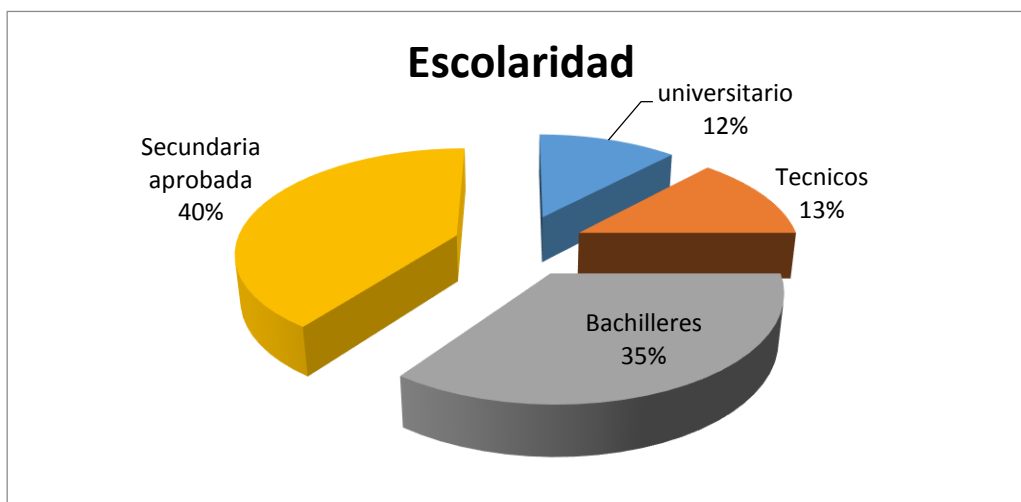
Nandaime es un municipio que con sus recursos naturales e históricos pueden hacerlo un lugar atractivo para el turismo nacional e internacional que en la mayoría de los casos se dirigen hacia lugares de identidad turísticas, poco a poco se van creando las condiciones e infraestructura de recreación para que los visitantes además del recorrido por el centro histórico de la ciudad y las bellezas naturales puedan acceder a entretenimiento, alimentación y souvenirs.





### 1.11. Grado promedio de escolaridad

La figura 1.11.1. muestra los grados de escolaridad presentes en el municipio de Nandaime.

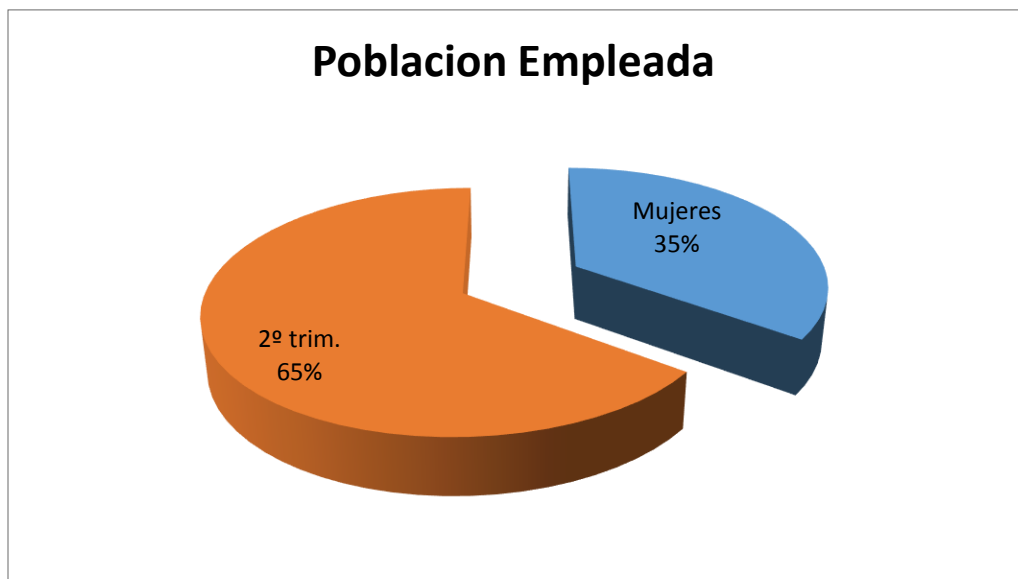


**Figura 1.11.1. Escolaridad en el municipio de Nandaime.**

*Fuente: (Alcaldía Municipal de Nandaime, 2012)*

### 1.12. Desagregación por sexo y edad de la población empleada.

La figura 1.12.1. muestra la desagregación por sexo y edad de la población empleada en el municipio de Nandaime.



**Figura 1.12. 1 Desagregación de la población de Nandaime.**

*Fuente: (Alcaldía Municipal de Nandaime, 2012)*



### **1.13. Prestación de servicios básicos en el municipio**

#### **1.13.1. Salud**

Los Servicios de salud prestados en el municipio son:

- Captación de embarazadas
- Captación de embarazadas durante su primer trimestre de embarazo
- Porcentaje de embarazadas con cuatro atenciones prenatales o más
- Controles de Vigilancia y Promoción de Crecimiento y Desarrollo en menores de un año
- Control de Vigilancia y Promoción de Crecimiento y Desarrollo en niños de uno a cuatro años
- Aplicación a niños menores de un año con tres dosis de vacuna pentavalente

#### **1.13.2. Energía Eléctrica.**

- **Cobertura de energía eléctrica urbana y rural**

Favorecidas en cuanto a cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio se cuenta con un 100 % de cobertura urbana equivalente a 2, 900 viviendas y en el área rural se tiene el 56 % de cobertura equivalente a 44 comunidades es decir 3, 431 viviendas con este servicio.

#### **1.13.3. Telecomunicaciones.**

- **Tipo de telecomunicaciones existentes**

Las telecomunicaciones en el municipio están bajo la cobertura de las empresas Claro y Movistar que son las empresas autorizadas para prestar el servicio de telefonía celular(móvil).

#### **1.13.4. Agua potable y alcantarillado sanitario**

- **Infraestructura existente.**

La población del municipio de Nandaime es abastecida por tres pozos (Monseñor Vélez, El Trillo y Monte Grande). Además, cuenta con más 28 Km de tubería de diámetros de 50 mm hasta 200 mm, la red está compuesta por tubería PVC y asbesto cemento.



Cuenta con una oficina ubicada del supermercado PALI 1 cuadra al este, 2 tanques de almacenamiento ubicado El Barrio Javier Guerra y otro en Monte grande, además cuenta con una estación de rebombeo de agua potable que le suministra agua al Barrio Javier Guerra. Este Municipio no dispone de redes de alcantarillado sanitario.

- **Cobertura urbana y rural del servicio**

ENACAL brinda el servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Nandaime, el área rural es atendida por los comités de agua potable y saneamiento (CAPS) que son administradas por la comunidad beneficiada con los proyectos de agua. En Nandaime existen varios CAPS tales como Los Ranchones, Monte Grande, etc.

La cobertura de agua potable de ENACAL en el sector urbano en el municipio de Nandaime es de 99.8%, con 3,061 (hasta 2012) conexiones domiciliarias de agua potable.

#### **1.13.5. Infraestructura vial**

La infraestructura vial interna del municipio está compuesta por 220 kms de caminos rurales que son el acceso a todas las comunidades, caminos de todo tiempo, de verano, caminos por pasa la producción agrícola del municipio.

En el área urbana se ha construido cerca de 9,300 metros de calles adoquinadas mejorando así la infraestructura vial alcanzando el 70 % del área total en el casco urbanos

#### **1.14. Servicios municipales.**

##### **1.14.1. Recolección de desechos sólidos**

Esto se hace con dos camiones volquetes con capacidad de 7 m<sup>3</sup>, la sostenibilidad de este servicio se mantiene tal y como está diseñada a la fecha todos los días recolectamos desechos sólidos con los fondos del presupuesto de la municipalidad con calidad y eficiencia.

##### **1.14.2. Mercado municipal(es)**

En lo que respecta a este período, se ha mantenido el servicio normal a los comerciantes que ahí trabajan, como son el aseo y limpieza de toda el área, recolección de basura todos los días mañana y tarde, mantenimiento de aguas negras, agua potable, luz eléctrica, atención con servicios higiénicos durante el día, poda de árboles dos veces al año y vigilancia las 24 horas.

**1.14.3. Rastro municipal.**

No existe un rastro municipal ya que este municipio cuenta con la empresa San Martín (matadero de reses) donde se sacrifican más de 800 cabezas de ganado por día para la exportación y consumo interno.

Sin embargo, existen en el municipio seis matarifes ubicados en comunidades rurales que destazan reses para la venta y consumo de la población urbana y rural en sus viviendas con permiso del MINSA y la Alcaldía Municipal.

**1.14.4. Cementerios.**

Se da cobertura total a la población del casco urbano en un 100% y parte de la zona rural beneficiándolo en un 27 % de la población rural ya que existen unas 22 comunidades que no cuentan con este servicio.

**1.14.5. Parques.**

Actualmente existen 7 parques ,5 en el casco urbano donde se benefician más de 10.200 personas durante todo el año que visitan los parques.

**1.14.6. Transporte intra-municipal.**

El transporte intra-municipal está comprendido en 18 unidades colectivas que viajan del mercado municipal de Nandaime hacia las distintas comunidades, se ha garantizado el transporte para al menos del 85 % de las comunidades rurales que hacen uso de este servicio para movilizarse a lo interno del municipio.

**1.14.7. Catastro municipal**

El área de catastro brinda a la población el servicio de solvencia municipal para esto los contribuyentes tienen que declarar sus propiedades esta se hace por auto declaración o avalúo catastral.

**1.14.8. Ornato**

En lo que respecta al servicio de mantenimiento y cuidado del ornato público del municipio y que beneficia a la población, así como una mejor presentación al municipio se mantiene en un 100% con el aseo y limpieza de andenes, calles, bulevares, terminales de buses, alumbrado público, áreas verdes, plaza de toros, canchas deportivas, estadios y campos de baseball, fútbol.



## **Capítulo II: Levantamiento topográfico del casco urbano de la ciudad de Nandaime mediante los softwares Google Earth y Global Mapper**

A continuación, se presenta el proceso en el cual se desarrollaron las actividades propias de la Georreferenciación y Levantamiento Topográfico, necesarias para generar la información requerida en el estudio para el Diseño del Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el casco urbano de Nandaime, departamento de Granada.

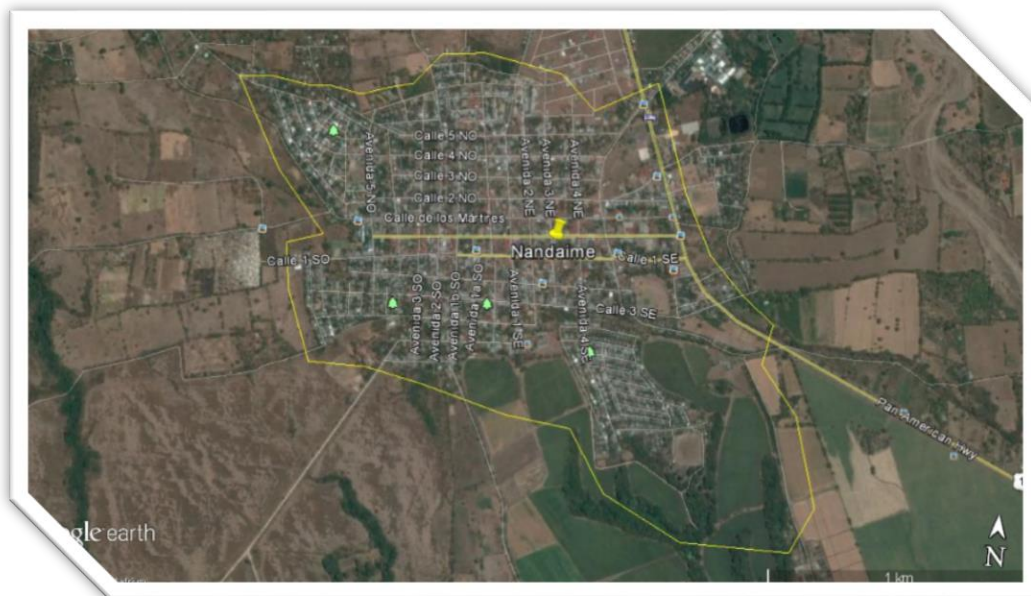
### **2.1. Recopilación de información de entrada.**

Para realizar este estudio, el cual representa el casco urbano del municipio de Nandaime; aproximadamente un área de 60 hectáreas, también considerando que es una zona en crecimiento poblacional y para el cual se tiene poca información en lo correspondiente al aspecto topográfico del terreno y para una mejor descripción se requiere de datos específicos que tengan coordenadas cartesianas x, e y, así como de elevación; y solamente se contaba con un plano de lotificación a escala real del casco urbano de Nandaime. Se hizo necesario utilizar los softwares que se mencionan a continuación:

- Google Earth.
- Global Mapper (versión 17).
- AutoCAD (Versión 2016).

### **2.2. Descripción del procedimiento.**

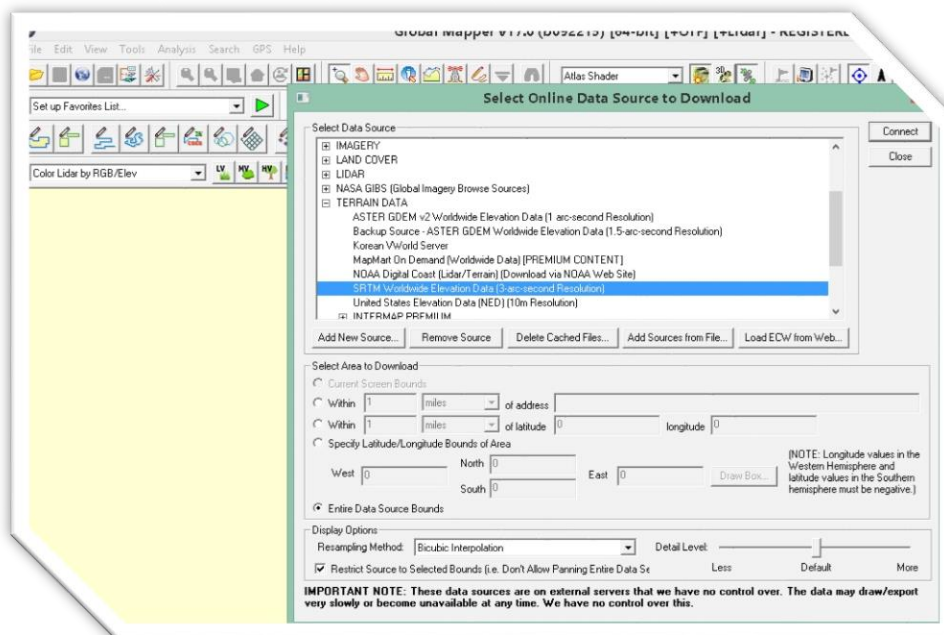
1. Se delimitó el área de estudio correspondiente a la zona, en este caso el casco urbano; esta actividad se hizo en Google Earth, marcando cada uno de los puntos de control con coordenadas UTM, respectivamente de la zona 16 P; para esto se realizaron las modificaciones pertinentes en el menú de opciones de Google Earth, para tener un archivo con las coordenadas correctas georreferenciadas, que posteriormente se guardarían como un archivo kml. en una carpeta específica para el estudio. En la figura 2.2.1. se muestra el área delimitada para el estudio topográfico.



**Figura 2.2.1. Área delimitada para la extracción de la topografía de Nandaimé.**

**Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2016.**

2. Se exportó el archivo KML hecho en Google Earth hacia el software Global Mapper.
3. Una vez abierto, se configuró para convertirlo en coordenadas UTM.
4. Luego en Global Mapper nos dirigimos a FILE, seleccionamos en la ventana abierta “download online imagery/ topo/ terrain maps” y se abre una ventana con el nombre de Select Data Source y seleccionamos SRTM Worlwide Elevation Data. Se muestra en la figura 2.2.2.



**Figura 2.2.2 Cuadro de diálogo de configuración de Global Mapper.**

**Fuente: Elaboración propia.**





5. Se abre la imagen cargada en línea del terreno delimitado, abrimos FILE, clic en Export, luego elevación Grid Format, y se extiende una pantalla y seleccionamos DEM y damos ok.
6. Guardamos el archivo en la carpeta respectiva de nuestro estudio.
7. Abrimos el software de AutoCAD.
8. En el software de AutoCAD se guarda el archivo con el nombre correspondiente por ej. Curvas de Nivel con el formato de dxf, para posteriormente mandarlo a traer al software SEWERCAD versión 5.
9. Una vez ya obtenidas las curvas de nivel en los formatos correspondientes y con las coordenadas a escala real o georreferenciadas correctamente, se procedió a georreferenciar el plano de lotificación que proveyó ENACAL Nandaime.

### 2.3. Georreferenciación del plano de lotificación del casco urbano de Nandaime.

Se tomaron los siguientes puntos de control, los cuales se muestran en la tabla 2.3.1.:

Punto de control	Coordenadas E	Coordenadas N
Punto Inicio	602349.00 m E	1300290.00 N
Punto Final	602391.00 m E	1300205.00N

**Tabla 2.3. 1 Puntos de control tomados para georreferenciar el plano de lotificaciones.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 2.3. 1. Vista satelital de los puntos tomados para georreferenciar el plano de lotificaciones.**

**Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2016.**

LESTER LÓPEZ-ERVIN IRIGOYEN-EDGAR ZELEDÓN





### Capítulo III: Diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de Nandaime

En el diseño hidráulico de la red de alcantarillado de la ciudad de Nandaime se procedió primeramente a realizar una proyección poblacional de veinte años, pero antes que nada se eligió el método de proyección a utilizar, de estos el que se utilizó fue el método geométrico recomendado por las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales de INAA<sup>1</sup>.

#### 3.1. Estimación de la población

Este es uno de los puntos más importantes para la elaboración de un sistema de alcantarillado sanitario, ya que de la cantidad de la población que se considere, dependerá la realización de los cálculos, los cuales proporcionarán el diseño de la red de tubería sanitaria.

##### 3.1.1. Método geométrico.

Es el método más recomendado por ENACAL<sup>2</sup> y es aplicable a ciudades que aún no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija. El aplicar este método, requiere de manera indispensable, calcular la tasa de crecimiento útil.

La tasa de crecimiento útil se calculó de acuerdo a los censos de INIDE<sup>3</sup> y Datos aportados por MINSA, se muestran en la tabla 3.1.1.1. los datos adquiridos:

Población del municipio de Nandaime			
AÑO	Población Urbana	Población Rural	Población Total
1950	3,637	4,133	7,770
1963	5,051	8,916	13,967
1971	5,677	8,862	14,539
1995	12,256	19,587	31,843
2005	15,866	18,422	34,288

**Tabla 3.1.1.1. Censos Nacionales de los años 1950-2005.**  
**Fuente: Censos de INIDE 1950-2005.**

<sup>1</sup> Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados

<sup>2</sup> Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Información de Desarrollo



Población 2016 ciudad de Nandaime	
Año	Habitantes
2016	20,436

**Tabla 3.1.1.2. Población actual de Nandaime.**

**Fuente: MINSA-Nandaime**

### 3.1.2. Determinación de la tasa de crecimiento geométrica (R)

Se determinó por el método geométrico mediante la siguiente ecuación:

$$r = \left( \frac{P_n}{P_0} \right)^{\left( \frac{1}{n} \right)} - 1$$

Ecuación 3.1.1.

Dónde:  $P_n$  = Población al cabo de  $n$  años

$P_0$  = Población actual

$n$  = Número de años

$r$  = Incremento geométrico anual

Realizando el procedimiento de cálculo orientado por la ecuación anterior y considerando datos aportados por INIDE Y MINSA<sup>4</sup> se obtuvo que el incremento geométrico anual será de 2.45 generado del promedio por periodos de los censos, como se muestra en la tabla siguiente:

Tasa por Período	
Período	r%
1950-1963	2.56
1963-1971	1.47
1971-1995	3.26
1995-2005	2.62
2005-2016	2.33
promedio de I	2.45

**tabla 3.1.2.1. Índice de incremento geométrico de la población urbana de la ciudad de Nandaime.**

**Fuente: Elaboración propia**

<sup>4</sup> Ministerio de salud



Con respecto al valor obtenido y siguiendo las normativas de INAA para proyectar la población por medio del método geométrico, se utilizó una tasa de incremento de 2.5 %.

### 3.1.3. Población que será servida.

Al aplicar la ecuación del método geométrico y utilizando una tasa  $r$  de 2.5 % se obtuvo una población futura a 20 años de 33,488 habitantes, dato que se respalda con el siguiente calculo:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n \quad \text{Ec. 3.1.3.1.}$$

$$P_n = 20,436 * (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_n = 33488 \text{ Habitantes}$$

Según el dato anterior de la población proyectada para el casco urbano de la población de Nandaime, la población que será beneficiada será de 30,280 esto debido a que parte del casco urbano no será beneficiado debido a que presenta demasiado contrapendiente y no favorece la instalación por gravedad de las alcantarillas.

Criterios de diseño adoptados para el sistema de alcantarillado del casco urbano de la ciudad de Nandaime.

Datos De Entrada		
Población actual	20436	[Habitantes]
Población 2036 =	30280	[Habitantes]
Pob. en miles =	30.280	[Habitantes]
Dotación =	170	[lppd]
Saturación de viv.=	6	hab.
Retorno AS =	0.8	[Adim]
Diámetro =	propuesto	[pulg]
Diámetro =	propuesto	[mm]

**Tabla 3.1.3.1. Datos de entrada adoptados para el cálculo de caudales del sistema de alcantarillado.**

**Fuente: Elaboración propia.**



### 3.2. Cantidades de aguas residuales<sup>5</sup>

El Sistema de Alcantarillado de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales.

#### 3.2.1. Caudal medio (Qmed).

El gasto medio de aguas residuales domesticas se estimó en base al 80% de la dotación de agua potable destinada a la población a ser servida, la dotación se estimó de acuerdo a la siguiente tabla:

Rango de población	Consumo	
	Lppd	Gppd
0.00-5,000	75	20
5,000-10,000	95	25
10,000-15000	113	30
15,000-20,000	132	35
20,000-30,000	151	40
30,000-50,000	170	45
De 50,000 a 100,000	189	50

**Tabla 3.2.1.1. Dotaciones de agua potable recomendadas para diferentes ciudades del país.**

**Fuente: ( NTON 09003-99, 2001)**

A continuación, se refleja el cálculo de éste utilizando la siguiente ecuación;

$$Q_{med} = \frac{N_{habit} * dot * 0.8}{86400} \quad \text{Ecuación 3.2.1.}$$

Por ejemplo, el caudal medio de aguas residuales para la población de diseño es de:

$$Q_{med} = \frac{30280 * 170 \text{ lppd} * 0.8}{86400 \text{ seg}}$$

$$Q_{med} = 47.663 \text{ lts/seg}$$

<sup>5</sup> Guías Técnicas Para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.



### 3.2.2. Caudal Máximo (Q<sub>máx</sub>).

El gasto máximo de aguas residuales domesticas se deberán determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Factor\ de\ Harmon = \left[ 1 + \frac{14}{4 + P^{\frac{1}{2}}} \right] \quad \text{Ecuación 3.2.2.}$$

Este factor deberá tener un valor no menor de 1.8 ni mayor de 3.

Ejemplo para el primer tramo:

$$FH = \left[ 1 + \frac{14}{4 + \left( \frac{36}{1000} \right)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$FH = 4.3415$ ; Por lo que se ajusta a 3.

$$Q_{máx} = \left[ 1 + \frac{14}{4 + P^{\frac{1}{2}}} \right] Q_{med}$$

$$Q_{máx} = 3 * 0.0567 l/s$$

$$Q_{máx} = 0.17 l/s$$

### 3.2.3. Gasto de infiltración (Q<sub>inf</sub>).

De acuerdo al material que se utilizará para la red de alcantarillado, el gasto de infiltración para tuberías plásticas (en este caso PVC) es de 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro. (INAA, 1998)

### 3.2.4. Caudal institucional (Q<sub>i</sub>).

Para las ciudades y localidades del resto del país se deberán usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria dada por la siguiente tabla 3.2.4.1:

CONSUMO	PORCENTAJE
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

**Tabla 3.2.4. 1 Caudales institucionales.**  
**Fuente: (INAA, 1998).**



3.2.5. Caudal de diseño (Qd).

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se calcula de la forma siguiente:

$$Qd = Qmáx + Qinf + Qesp$$
 Ecuación 3.2.3.

Por ejemplo, para tramo 1

$$Qd = 0.17 + 0.0008 + 0$$

$$Qd = 0.17 \text{ l/s}$$

El cuadro de consumo proyectado del sistema se muestra en la siguiente tabla 3.2.5.1:

AÑO	Población (hab)	Dotación (lppd)	Factor de Harmon	Qmedio doméstico (Qm)	Qmínimo (Qmin)	Qmáx doméstico	Qinfiltración (Qinf)		Q otros(16%)		Qdiseño colectores		AÑO	Caudal diseño PTAR	Qpromedio
				Lps	lps	lps	lps	m³/d	lps	m³/d	lps	m³/d		lps	lps
2016.00	20436.00	170.00	3.00	32.17	6.43	96.50	0.98	84.92	5.15	444.69	102.63	8867.50	2016.00	37.31	32.17
2017.00	20946.90	170.00	3.00	32.97	6.59	98.92	0.98	84.92	5.28	455.80	105.17	9087.06	2017.00	38.25	32.97
2018.00	21470.57	170.00	3.00	33.80	6.76	101.39	0.98	84.92	5.41	467.20	107.78	9312.11	2018.00	39.20	33.80
2019.00	22007.34	170.00	3.00	34.64	6.93	103.92	0.98	84.92	5.54	478.88	110.45	9542.79	2019.00	40.18	34.64
2020.00	22557.52	170.00	3.00	35.51	7.10	106.52	0.98	84.92	5.68	490.85	113.19	9779.24	2020.00	41.19	35.51
2021.00	23121.46	170.00	3.00	36.39	7.28	109.18	0.98	84.92	5.82	503.12	115.99	10021.60	2021.00	42.22	36.39
2022.00	23699.49	170.00	3.00	37.30	7.46	111.91	0.98	84.92	5.97	515.70	118.87	10270.02	2022.00	43.27	37.30
2023.00	24291.98	170.00	3.00	38.24	7.65	114.71	0.98	84.92	6.12	528.59	121.81	10524.64	2023.00	44.36	38.24
2024.00	24899.28	170.00	3.00	39.19	7.84	117.58	0.98	84.92	6.27	541.81	124.83	10785.64	2024.00	45.46	39.19
2025.00	25521.76	170.00	3.00	40.17	8.03	120.52	0.98	84.92	6.43	555.35	127.93	11053.15	2025.00	46.60	40.17
2026.00	26159.81	170.00	3.00	41.18	8.24	123.53	0.98	84.92	6.59	569.24	131.10	11327.36	2026.00	47.77	41.18
2027.00	26813.80	170.00	3.00	42.21	8.44	126.62	0.98	84.92	6.75	583.47	134.36	11608.42	2027.00	48.96	42.21
2028.00	27484.15	170.00	3.00	43.26	8.65	129.79	0.98	84.92	6.92	598.06	137.69	11896.51	2028.00	50.18	43.26
2029.00	28171.25	170.00	3.00	44.34	8.87	133.03	0.98	84.92	7.09	613.01	141.11	12191.80	2029.00	51.44	44.34
2030.00	28875.53	170.00	3.00	45.45	9.09	136.36	0.98	84.92	7.27	628.33	144.61	12494.47	2030.00	52.72	45.45
2031.00	29597.42	170.00	3.00	46.59	9.32	139.77	0.98	84.92	7.45	644.04	148.20	12804.71	2031.00	54.04	46.59
2032.00	30337.36	170.00	3.00	47.75	9.55	143.26	0.98	84.92	7.64	660.14	151.88	13122.70	2032.00	55.39	47.75
2033.00	31095.79	170.00	3.00	48.95	9.79	146.84	0.98	84.92	7.83	676.64	155.66	13448.65	2033.00	56.78	48.95
2034.00	31873.19	170.00	3.00	50.17	10.03	150.51	0.98	84.92	8.03	693.56	159.52	13782.74	2034.00	58.20	50.17
2035.00	32670.02	170.00	3.00	51.43	10.29	154.28	0.98	84.92	8.23	710.90	163.49	14125.19	2035.00	59.65	51.43
2036.00	33486.77	170.00	3.00	52.71	10.54	158.13	0.98	84.92	8.43	728.67	167.55	14476.19	2036.00	61.14	52.71
2036-10%p	30280.00	170.00	3.00	47.66	9.53	142.99	0.98	84.92	7.63	658.89	151.60	13098.05	2036.00	55.29	47.66

Tabla 3.2.5. 1. Cuadro de consumo proyectado para sistema de alcantarillado y planta de tratamiento . Fuente: Elaboración propia.



### **3.3. Diseño Hidráulico del sistema con el software SEWERCAD.**

La alternativa de diseño está presentada a favor de la gravedad y tiene como destino final la planta de tratamiento, ubicada a Sureste del casco urbano y que a su vez descargará el agua tratada al cauce aledaño; siendo, además, un diseño de tipo convencional que se realizó con la ayuda del programa SewerCad Select Serie 5 V8i que tomó en cuenta todos los criterios predeterminados manualmente y mostrados a continuación.

#### **3.3.1. Criterios aplicados en el programa para el diseño hidráulico.<sup>6</sup>**

##### **3.3.1.1. Fórmula y coeficiente de rugosidad.**

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se hizo en base a la fórmula de Manning con un valor de  $n=0.009$  para tuberías de PVC.

##### **3.3.1.2. Velocidades Mínimas y Máximas.**

La velocidad máxima permisible fue de 3.00 m/seg y de 0.30 m/seg como mínimo, tal rango garantiza una auto limpieza interna del sistema sin ocasionar erosión en la tubería.

##### **3.3.1.3. Diámetro mínimo.**

El diámetro mínimo de las tuberías adoptado fue de 150 mm (6").

##### **3.3.1.4. Pendiente longitudinal mínima.**

Se usó aquella que produjera una velocidad de auto lavado, la cual se pudo determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre.

##### **3.3.1.5. Pendiente longitudinal máxima.**

Se usó aquella que produjera velocidades inferiores o iguales a 3.00 m/seg.

##### **3.3.1.6. Pérdida de carga adicional.**

Para todo cambio de alineación, sea horizontal o vertical, se incluyó una pérdida de carga igual a  $0.25 (V_m)^2/2g$  entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente y no siendo en ninguno de los casos, menor de 0.03 m.

---

<sup>6</sup> Hidráulica de alcantarillas ,página 24, (INAA, 1998)



### **3.3.1.7. Cambio de diámetro.**

El diámetro de tubería de salida de cada pozo siempre fue igual o mayor, que el diámetro de tubería de tramos aguas arriba

### **3.3.1.8. Ángulos entre tuberías.**

Se procuró que, en todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida fuera como mínimo de 90° y máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

### **3.3.1.9. Cobertura sobre tuberías.**

El diseño mantuvo una cobertura mínima sobre la corona de la tubería de 1.20 m, a excepción de zonas en donde no había exceso de tránsito vehicular y los pozos eran cabeceros, se usó una cobertura de 0.95 m.

### **3.3.1.10. Ubicación de las alcantarillas.**

Se ubicaron en el costado Norte de las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste y en las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur en el costado Oeste. Además, el trazado fue ubicado, en promedio, a una separación de 1.20 m de la cuneta de la calle y en los casos donde no hubiera adoquinado o pavimentación, a 3.00 m del límite de las casas.

### **3.3.1.11. Ubicación de los Pozos de Visita Sanitarios (PVS).**

Fueron ubicados por cada cambio horizontal y vertical que hubiera, de tubería; con una separación máxima de 100 m. como lo establece el INAA.

### **3.3.1.12. Conexiones Domiciliares.**

Todas las conexiones serán de PVC de 100 mm (4") de diámetro, comenzando en la caja de registro de cada vivienda y luego acoplándose a la alcantarilla de diversos diámetros que pasará por su respectiva calle o avenida.



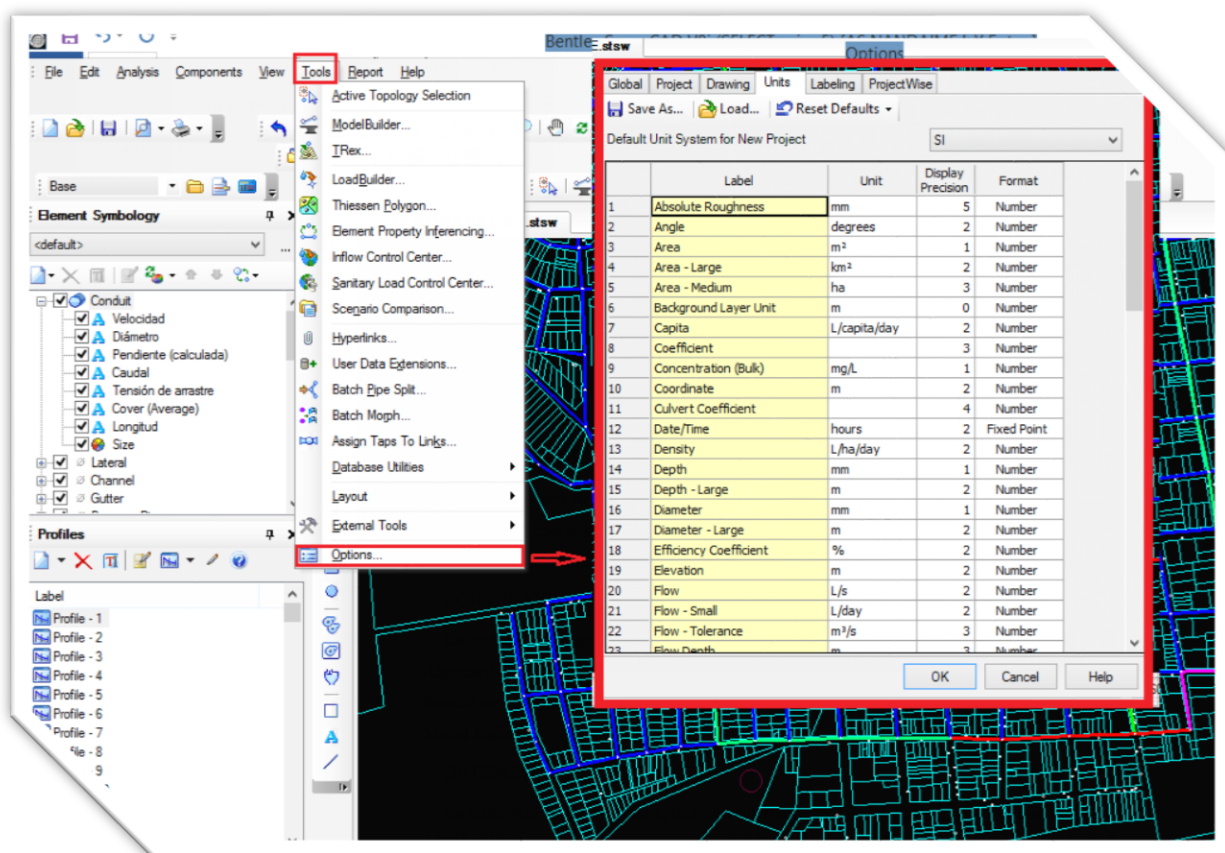


### 3.3.2. Diseño de red de alcantarillado con el uso de SewerCad Select. serie 5

#### 3.3.2.1. Procedimiento de análisis hidráulico utilizando la herramienta SewerCad versión 5.

##### 1. Configuración de las unidades de proyecto.

Las unidades de trabajo deberán estar en el Sistema Internacional de medidas, la cual se configura en la ventana Tools; y a su vez en la pestaña Options; donde se verifican que estén seleccionados como unidades por defecto del proyecto “SI”. En la pestaña Drawing, se selecciona el modo Escala de dibujo; de esta manera se ha configurado las unidades de trabajo y el tipo de dibujo en el que se trabajará el trazo de las tuberías.

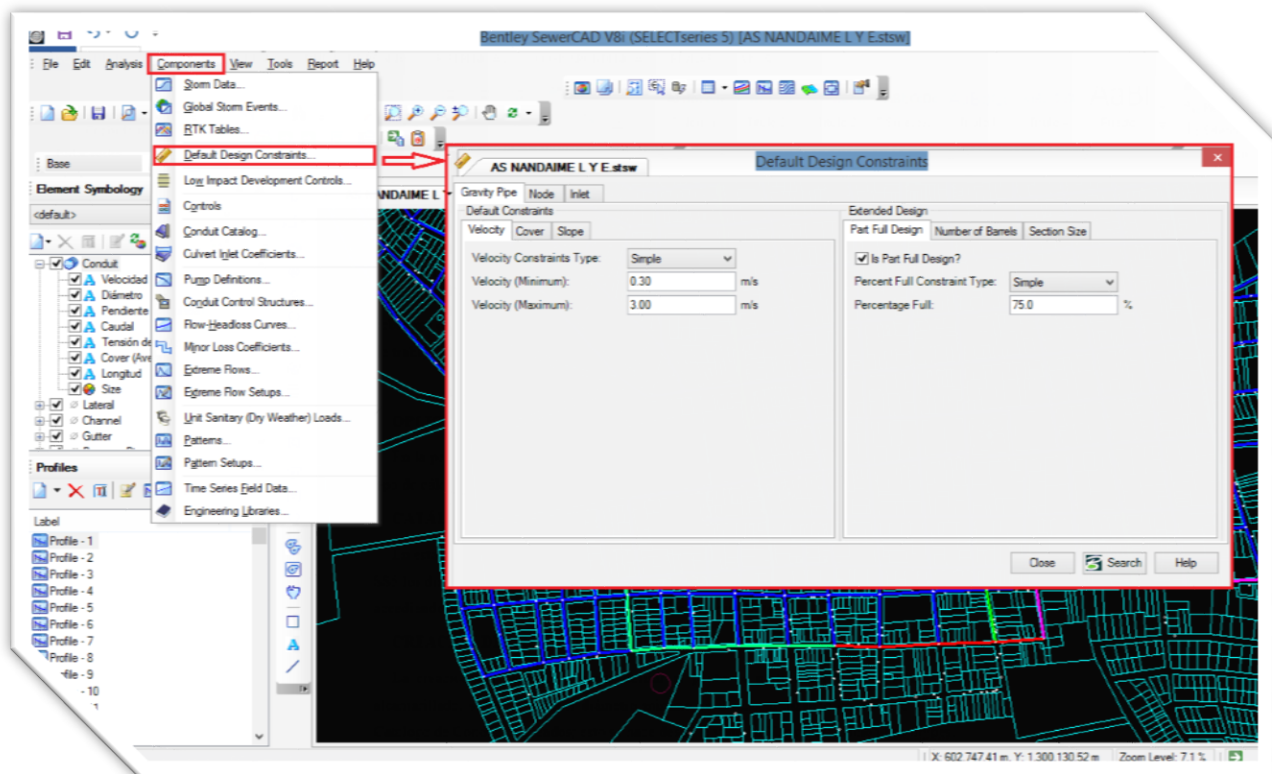


**Figura 3.3.2.1.1. Configuración de las unidades de proyecto.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**



## 2. Parámetros de diseño del sistema hidráulico de las tuberías.

El ingreso de los parámetros de diseño se realiza en la pestaña Components; en la opción Default Design Constraints, se introducen los valores de velocidades mínimas y máximas, cobertura de tuberías, pendientes mínimas y máximas; así como también el porcentaje de la sección de trabajo de las tuberías y las pérdidas de carga adicional a la entrada de las tuberías a los PVS, valor que se tomó como 3 cm con referencia a las Guías técnicas de ENACAL. También se definen la pendiente interna de los pozos de visitas.

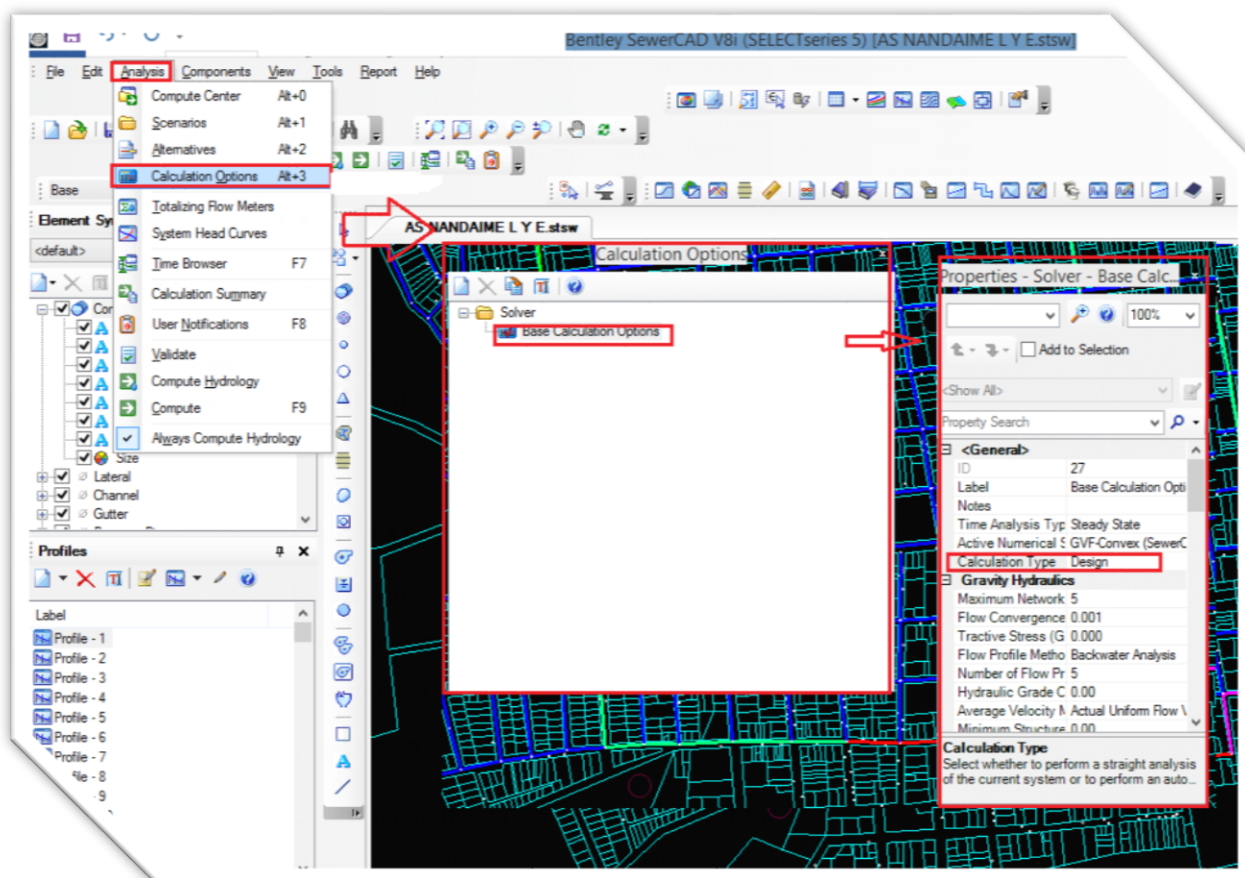


**Figura 3.3.2.1.2 Introducción de los parámetro de diseño del proyecto.. ..**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5.**



### 3. Opción de cálculo base.

En la pestaña Analysis se configuran las opciones de cálculo tales como el tipo de análisis, el tipo de cálculo, los métodos de análisis por gravedad y por presión.

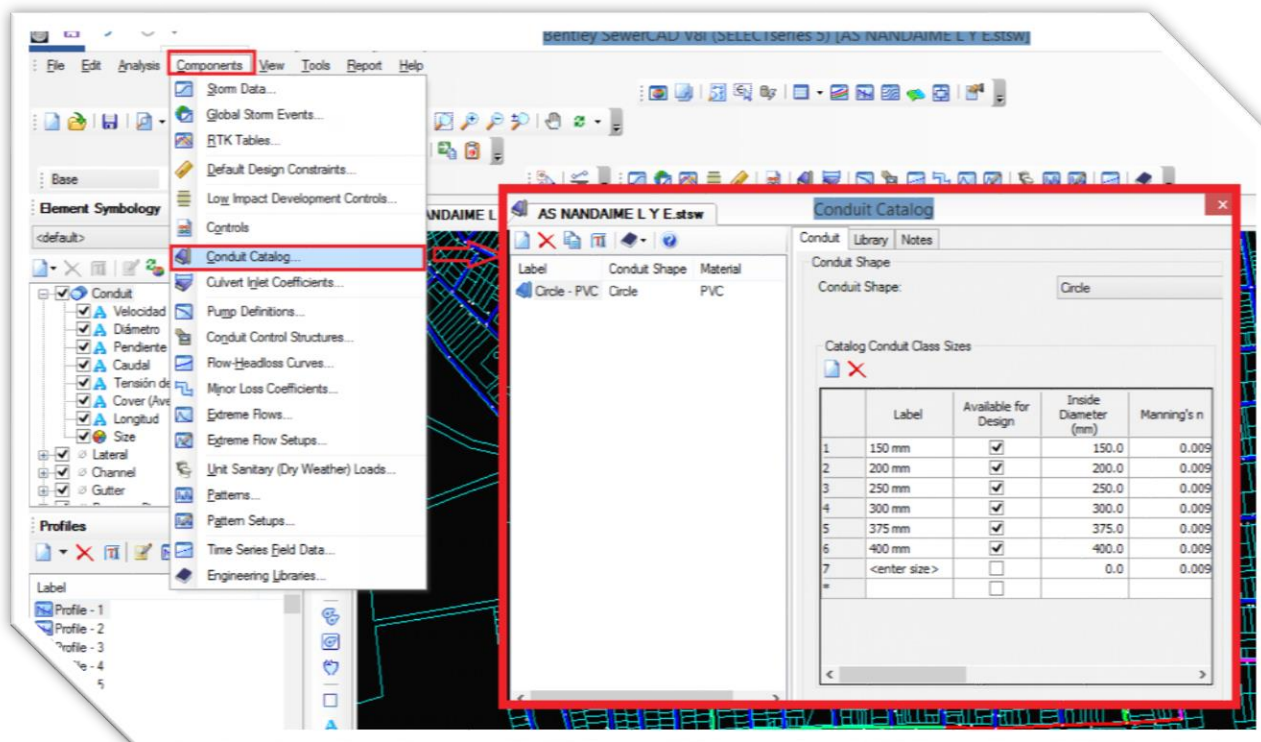


**Figura 3.3.2.1 3. Opciones de cálculo base del proyecto.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**



#### 4. Catálogo de conductos.

En esta opción se permite llamar desde la librería de conductos del software SEWERCAD V8i SS5 los diámetros de tuberías, tipos de material, secciones, coeficientes de rugosidad, esto se hace accediendo a la ventana Components en la opción Conduit Catalog.

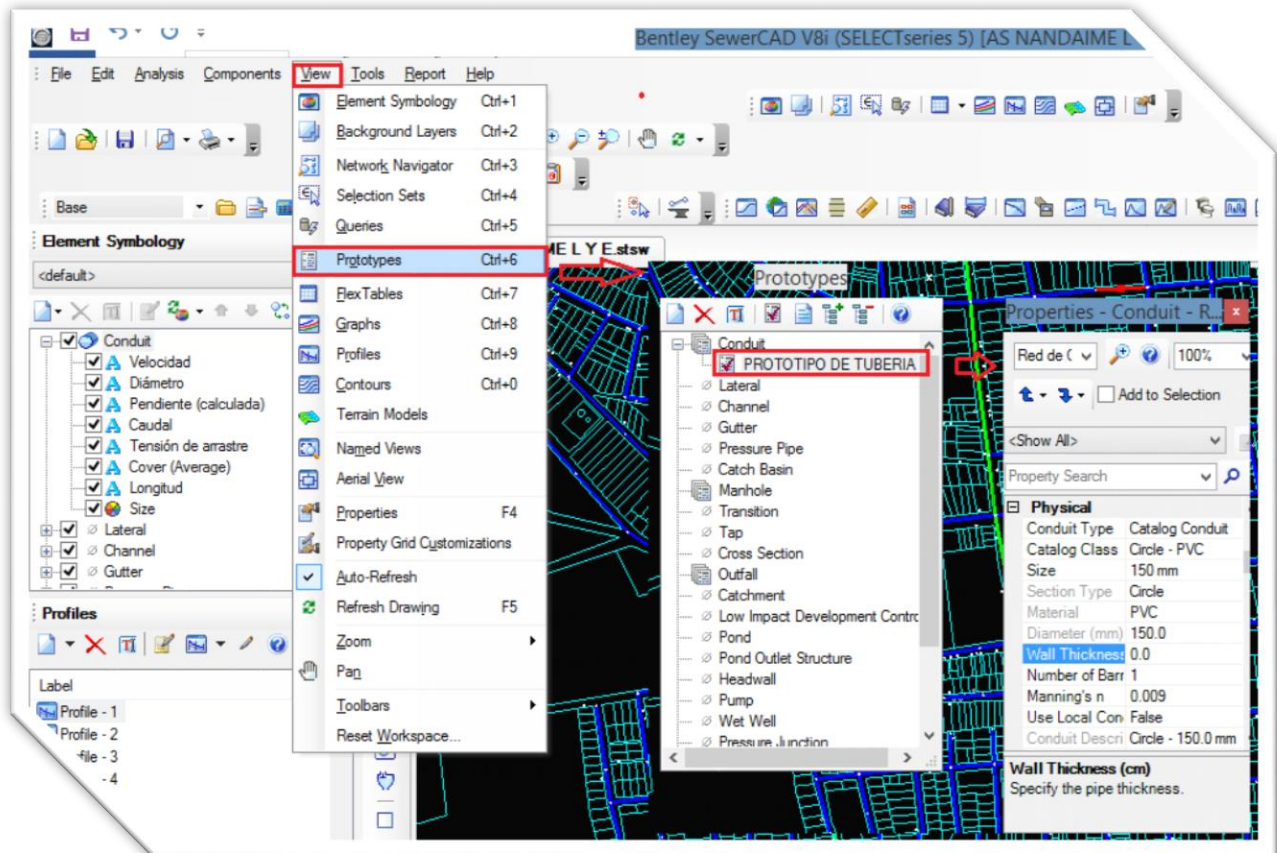


**Figura 3.3.2.1.4. Catálogo de conductos del proyecto.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**



## 5. Creación de prototipo de diseño.

La creación del prototipo permite definir el punto de partida del diseño de las redes de alcantarillado, seleccionando el diámetro mínimo de diseño, utilizando como base de datos el Catalogo de Conductos creados; esto se hace desde la ventana View en la opción Prototypes.



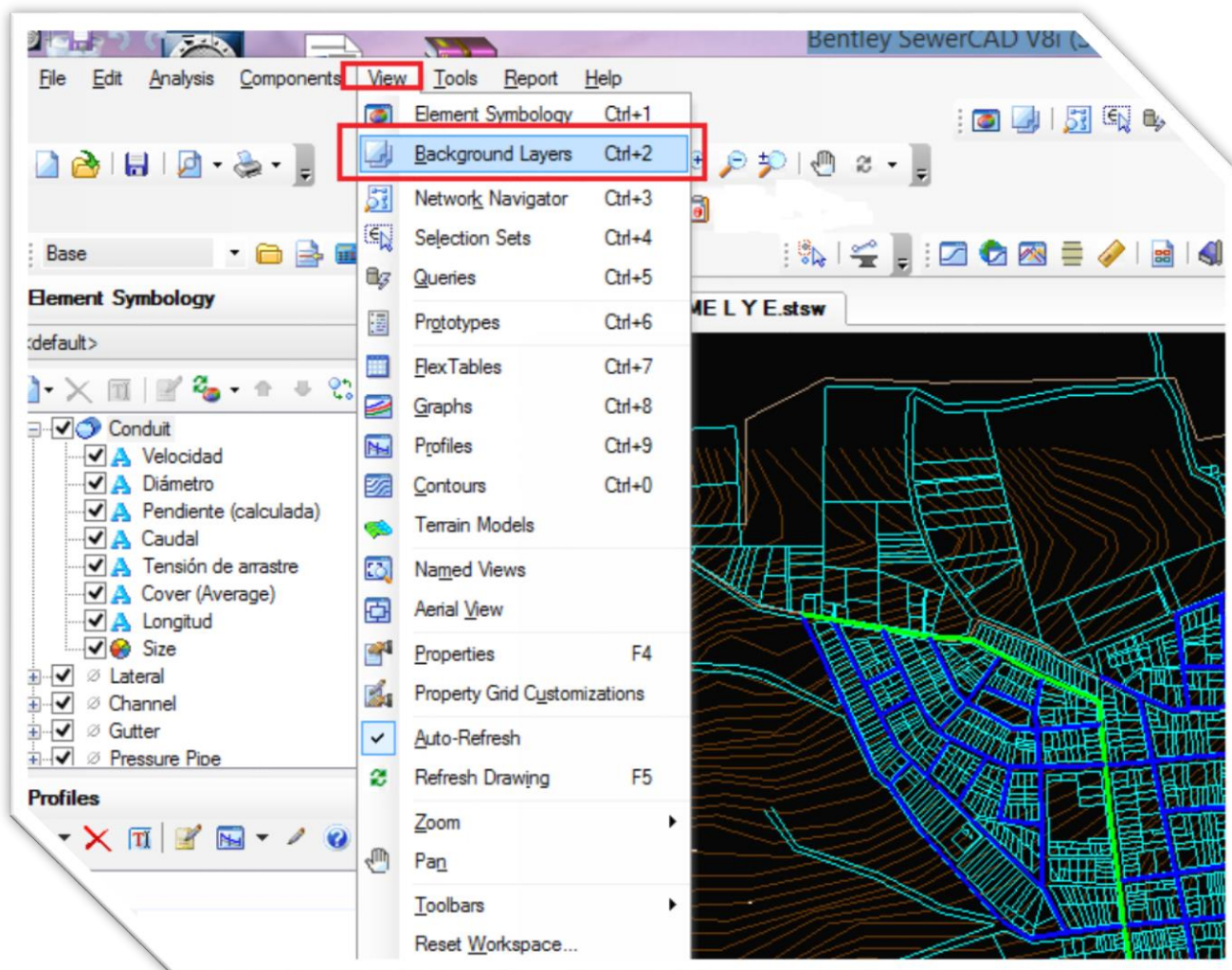
**Figura 3.3.2.1.5. Creación de prototipo de tuberías.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**





## 6. Definición del área de trabajo.

Para crear el área de trabajo es necesario contar con los planos de lotificación, curvas de nivel, trazo de red de colectoras previamente trabajados en AUTOCAD y con formatos de DXF, que se mandan a llamar desde la ventana View, en la opción Background layer.

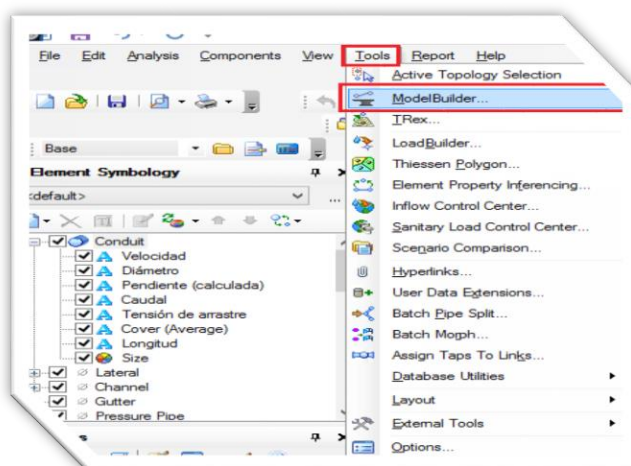


**Figura 3.3.2.1.6. Definición del área de trabajo.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**



## 7. Construcción del modelo de tuberías.

La red de colectores se trazó tomando en cuenta el área de influencia del proyecto de Alcantarillado, dibujándose la red de colectores ayudándose de planos de lotificaciones, una vez trazado con la ayuda de AUTOCAD se procedió a llamarlo desde la ventana Tools, en la opción Model Builder.

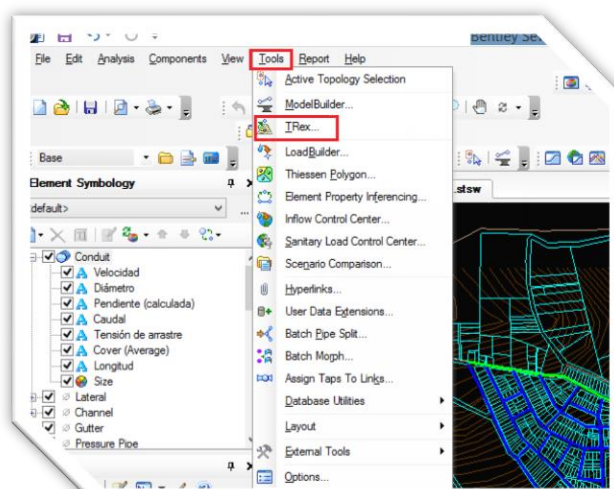


**Figura 3.3.2.1.7. Construcción del modelo de tuberías del proyecto.**

**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**

## 8. Obtención de la altimetría.

La altimetría se obtuvo con ayuda de la herramienta Global Mapper V17, esta se exportó a AUTOCAD y se guardó como un archivo DXF. En el SEWERCAD se mandó a llamar desde la ventana Tools, en la opción TRex.



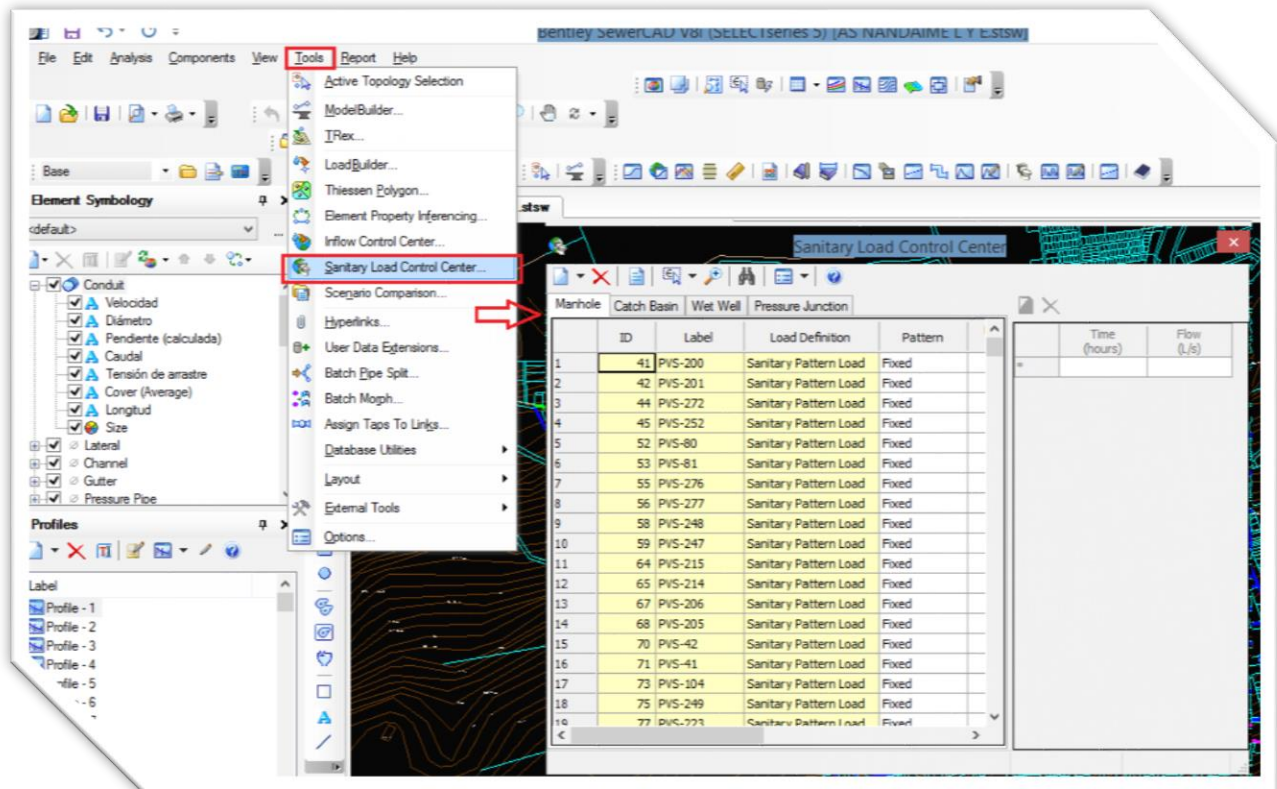
**Figura 3.3.2.1.8. Obtención de la altimetría del proyecto.**

**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5.**



## 9. Asignación de las cargas sanitarias

Una vez trazada la alternativa del sistema y calculados los caudales de diseños locales en MSO Excel, se procedió a ingresar los datos de cargas sanitarias en Sewercad ingresando en la ventana Tools, e ingresando a la pestaña Sanitary Load Control Center, donde se registra el valor de caudal local para cada PVS.



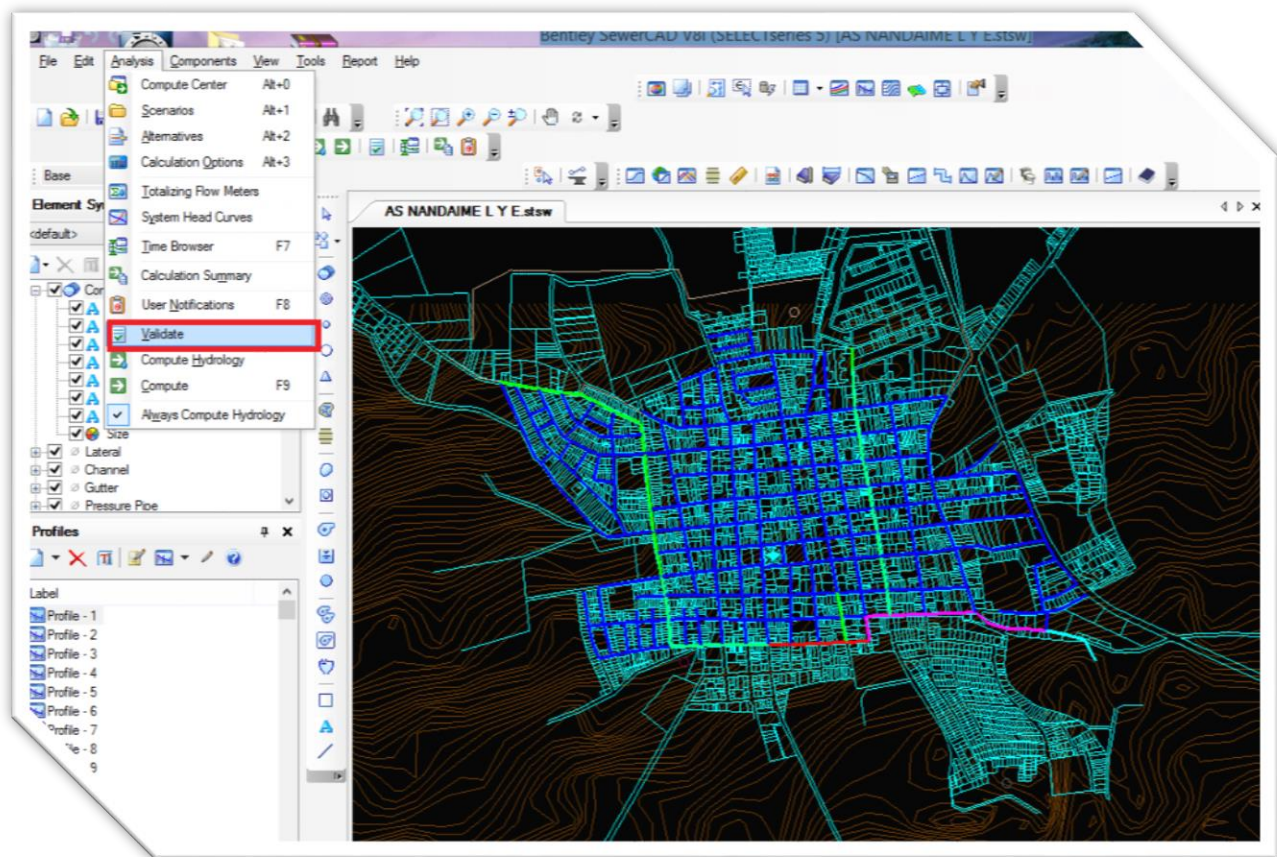
**Figura 3.3.2.1.9. Asignación de cargas sanitarias para la red de alcantarillado.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5.**





## 10. Validación y ejecución del diseño hidráulico

Una vez configurado y creado el sistema de alcantarillado, se procede a validar el modelo dirigiéndose a la ventana Analysis en la pestaña Validate. Después de verificar que no se han encontrado errores en modelo, se procede a computar o ejecutar en modo DESIGN del programa para que éste realice el respectivo diseño hidráulico de la red de alcantarillado.



**Figura 3.3.2.1.10. Validación del modelo de AS de Nandaime.**

**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5.**

Luego de haber obtenido el diseño preliminar del sistema de alcantarillado, se procedió a revisar cada uno de los tramos en los que fuese necesario reducir las profundidades de tubería como de PVS, pozos cabeceros y pozos de caída.

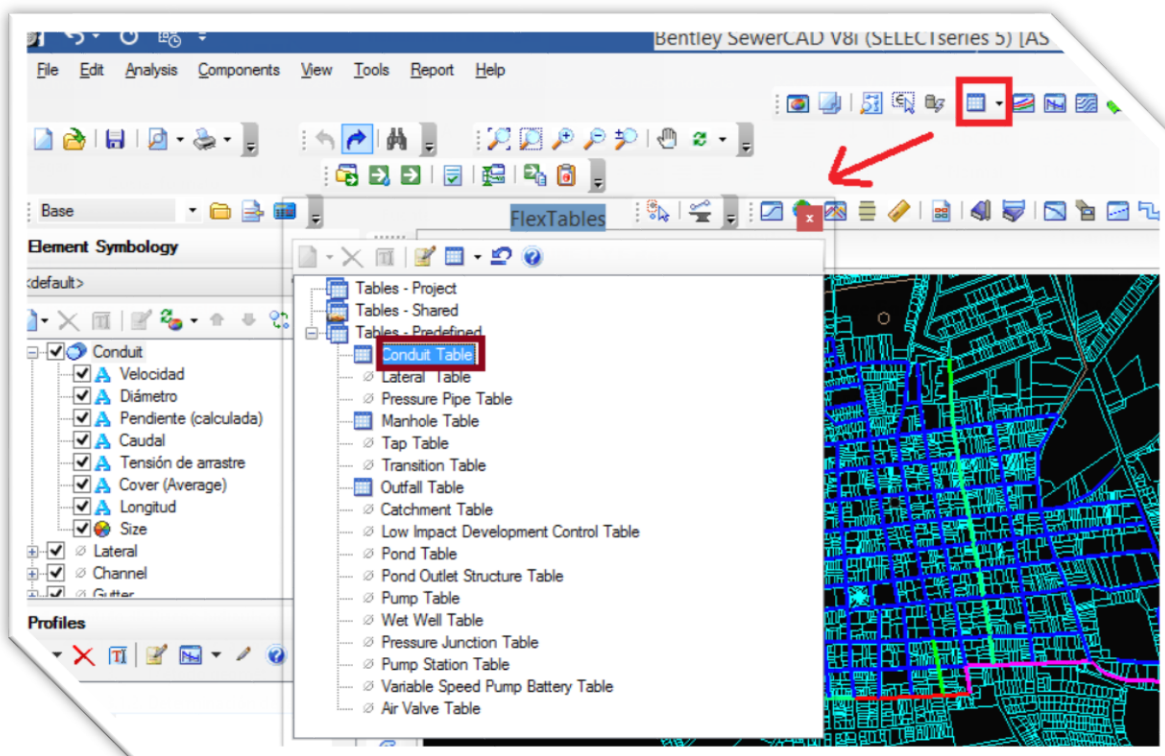


## 11. Visualización y verificación de resultados

Tras haber terminado las revisiones por cada tramo, se volvió a ejecutar el Modelo, pero esta vez ejecutando el programa en modo ANALYSIS obteniendo en sí la propuesta definitiva del diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano de la ciudad de Nandaime.

La visualización y verificación de los resultados en el programa se obtiene mediante las tablas flexibles “Flex Tables”, en estas se pueden visualizar los resultados del diseño hidráulico ejecutado por el programa tales como;

Flow	=	Caudal que circula por cada conducto
Velocity (Average)	=	Velocidad (Promedio)
Capacity (Full)	=	Capacidad a conducto lleno
Capacity (Design)	=	Capacidad al nivel de diseño
Depth (In)	=	Tirante (Ingreso)
Depth (Out)	=	Tirante (Salida)
Depth (Average End)/Rise	=	y/D %



**Figura 3.3.2.1. 11. Ingreso a la ventana de visualización de resultados.**  
**Fuente: Elaboración propia en SewerCad V8i Select Series 5**



3.3.2.2. Resultados del diseño hidráulico del anteproyecto de alcantarillado sanitario de Nandaime.

Los resultados del diseño Hidráulico de la red de alcantarillado se presentan ordenados en las tablas siguiente las cuales se dividen en tres grupos; tabla de caudales, tabla topográfica y tabla hidráulica; las cuales están ordenadas por colectoras y sub colectoras.

TABLA DE CAUDALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DE NANDAIME.

Tramo	PVS		longitud	lotes o (Vivien das)	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A					calculado	ajust ado				
			Long(m)		habit./viv.	(l/s)			(l/s)	(l/s)	(l/s)	Calculado

COLECTORA PRINCIPAL

COLECTORA 1-229

1	PVS-2	PVS-1	63.5	0	0	0.0000	4.5000	3	0.0000	0.0021	0	0.00
2	PVS-3	PVS-2	69.1	0	0	0.0000	4.5000	3	0.0000	0.0023	0	0.00
3	PVS-39	PVS-3	75.8	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0025	0	0.12
4	PVS-38	PVS-39	61.4	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0020	0	0.12
5	PVS-37	PVS-38	61.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0021	0	0.14
6	PVS-36	PVS-37	57.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0019	0	0.17
7	PVS-59	PVS-36	81.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0027	0	0.14
8	PVS-58	PVS-59	91.4	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
9	PVS-60	PVS-58	98	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0033	0	0.43
10	PVS-91	PVS-60	84.6	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0028	0	0.23
11	PVS-92	PVS-91	84.5	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0028	0	0.29
12	PVS-93	PVS-92	79.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0027	0	0.20
13	PVS-122	PVS-93	92.7	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0031	0	0.17
14	PVS-123	PVS-122	96.4	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0032	0	0.23
15	PVS-159	PVS-123	73.8	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0025	0	0.17
16	PVS-160	PVS-159	75.5	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0025	0	0.34
17	PVS-185	PVS-160	81.2	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
18	PVS-186	PVS-185	73.2	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0024	0	0.20
19	PVS-216	PVS-186	48.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
20	PVS-217	PVS-216	53.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
21	PVS-221	PVS-217	52.8	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
22	PVS-222	PVS-221	49.8	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0017	0	0.17
23	PVS-228	PVS-222	42.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0014	0	0.17
24	PVS-229	PVS-228	56	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0019	0	0.14
25	PVS-241	PVS-229	43.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0015	0	0.20

SUBCOLECTORAS

SUBCOLECTORA 273-217

26	PVS-273	PVS-268	49	15	5183	8.1584	3.2305	3	24.4753	0.0016	0	24.48
27	PVS-268	PVS-269	82.1	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0027	0	0.09
28	PVS-269	PVS-270	77.8	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0026	0	0.17
29	PVS-270	PVS-271	67.6	20	120	0.1889	4.2210	3	0.5667	0.0023	0	0.57
30	PVS-271	PVS-251	53.8	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0018	0	0.43
31	PVS-251	PVS-249	74.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0025	0	0.20
32	PVS-249	PVS-205	99.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0033	0	0.12
33	PVS-205	PVS-206	37.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0013	0	0.20
34	PVS-206	PVS-207	66.4	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0022	0	0.17
35	PVS-207	PVS-208	95	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0032	0	0.23
36	PVS-208	PVS-209	94	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0031	0	0.40
37	PVS-209	PVS-210	73.1	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0024	0	0.31
38	PVS-210	PVS-211	73.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0025	0	0.14
39	PVS-211	PVS-212	81.8	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0027	2.25	2.34
40	PVS-212	PVS-213	66	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0022	0	0.17
41	PVS-213	PVS-218	81.9	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
42	PVS-218	PVS-217	91.7	13	78	0.1228	4.2716	3	0.3683	0.0031	0	0.37

SUBCOLECTORA 78-60

43	PVS-78	PVS-77	72.5	321	7019	11.0484	3.1055	3	33.1453	0.0024	0	33.15
44	PVS-77	PVS-76	56.5	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0019	0	0.12
45	PVS-76	PVS-74	75.7	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0025	0	0.23



Tramo	PVS		longitud	lotes o (Vivien das)	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A					calculado	ajust ado				
			Long(m)		habit./viv.	(l/s)			(l/s)	(l/s)	(l/s)	Calculado
46	PVS-74	PVS-72	87.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17
47	PVS-72	PVS-70	92.7	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0031	0	0.31
48	PVS-70	PVS-68	85.7	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17
49	PVS-68	PVS-67	79	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0026	0	0.17
50	PVS-67	PVS-65	79.8	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0027	0	0.17
51	PVS-65	PVS-64	81.7	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0027	0	0.12
52	PVS-64	PVS-63	57.4	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0019	0	0.14
53	PVS-63	PVS-61	60.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0020	0	0.17
54	PVS-61	PVS-60	87	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17

SUBCOLECTORA 173-185

55	PVS-173	PVS-174	54.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0018	0	0.17
56	PVS-174	PVS-175	58.9	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0020	0	0.34
57	PVS-175	PVS-176	64	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0021	0	0.14
58	PVS-176	PVS-177	77.3	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0026	0	0.29
59	PVS-177	PVS-178	83.7	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0028	0	0.29
60	PVS-178	PVS-179	93	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0031	0	0.26
61	PVS-179	PVS-180	83.9	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0028	0	0.26
62	PVS-180	PVS-181	74.2	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0025	0	0.20
63	PVS-181	PVS-182	76.7	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0026	0	0.06
64	PVS-182	PVS-183	86	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17
65	PVS-183	PVS-184	79.4	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0026	0	0.14
66	PVS-184	PVS-185	85.2	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0028	0	0.12

SUBCOLECTORA 203-160

67	PVS-203	PVS-173	79.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0027	0	0.14
68	PVS-173	PVS-172	56.7	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0019	0	0.09
69	PVS-172	PVS-171	83.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0028	0	0.23
70	PVS-171	PVS-170	39.8	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0013	0	0.20
71	PVS-170	PVS-169	72	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0024	0	0.14
72	PVS-169	PVS-168	78.6	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0026	0	0.23
73	PVS-168	PVS-167	86.3	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0029	0	0.29
74	PVS-167	PVS-166	89.9	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0030	0	0.17
75	PVS-166	PVS-165	83.4	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0028	0	0.29
76	PVS-165	PVS-164	79.9	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0027	0	0.17
77	PVS-164	PVS-163	69.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0023	0	0.14
78	PVS-163	PVS-162	95.2	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0032	0	0.29
79	PVS-162	PVS-161	83.5	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0028	0	0.17
80	PVS-161	PVS-160	81.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26

SUBCOLECTORA 148-159

81	PVS-148	PVS-149	80.2	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0027	0	0.31
82	PVS-149	PVS-150	86.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0029	0	0.26
83	PVS-150	PVS-151	89	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
84	PVS-151	PVS-152	81.4	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0027	0	0.34
85	PVS-152	PVS-153	81.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
86	PVS-153	PVS-154	65	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0022	0	0.06
87	PVS-154	PVS-156	58	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0019	0	0.09
88	PVS-156	PVS-157	48.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
89	PVS-157	PVS-158	81.7	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0027	0	0.12
90	PVS-158	PVS-159	83.3	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0028	0	0.23

SUBCOLECTORA 126-123

91	PVS-126	PVS-125	93.5	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0031	0	0.20
92	PVS-125	PVS-124	83.3	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0028	0	0.14
93	PVS-124	PVS-123	85.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0029	0	0.23

SUBCOLECTORA 119-122

94	PVS-119	PVS-120	95	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0032	0	0.20
95	PVS-120	PVS-121	82.8	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0028	0	0.12
96	PVS-121	PVS-122	85.8	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0029	0	0.20

SUBCOLECTORA 108-118





Tramo	PVS		longitud	lotes o (Vivien das)	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A					calculado	ajust ado				
97	PVS-108	PVS-109	60.4	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0020	0	0.09
98	PVS-109	PVS-110	54.8	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
99	PVS-110	PVS-111	48.8	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0016	0	0.20
100	PVS-111	PVS-112	61.8	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0021	0	0.12
101	PVS-112	PVS-113	83.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0028	0	0.14
102	PVS-113	PVS-114	89.1	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0030	0	0.31
103	PVS-114	PVS-115	88.5	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0030	0	0.23
104	PVS-115	PVS-116	81.3	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0027	0	0.20
105	PVS-116	PVS-117	82.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
106	PVS-117	PVS-118	74.7	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0025	0	0.09

SUBCOLECTORA 108-93

107	PVS-108	PVS-107	79.1	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0026	0	0.23
108	PVS-107	PVS-106	71	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0024	0	0.20
109	PVS-106	PVS-105	59.4	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0020	0	0.31
110	PVS-105	PVS-104	62.1	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0021	0	0.12
111	PVS-104	PVS-103	97.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0032	0	0.17
112	PVS-103	PVS-102	84.5	13	78	0.1228	4.2716	3	0.3683	0.0028	0	0.37
113	PVS-102	PVS-101	90.2	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0030	0	0.34
114	PVS-101	PVS-100	85.9	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0029	0	0.34
115	PVS-100	PVS-99	81.7	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0027	0	0.17
116	PVS-99	PVS-98	81.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0027	0	0.14
117	PVS-98	PVS-97	74.9	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0025	0	0.12
118	PVS-97	PVS-96	52.4	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0017	0	0.09
119	PVS-96	PVS-95	60.1	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0020	0	0.12
120	PVS-95	PVS-94	83.5	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0028	0	0.14
121	PVS-94	PVS-93	87.2	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0029	0	0.23

SUBCOLECTORA 79-91

122	PVS-79	PVS-80	88.1	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0029	0	0.14
123	PVS-80	PVS-81	28.1	0	0	0.0000	4.5000	3	0.0000	0.0009	0.139	0.14
124	PVS-81	PVS-82	87.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0029	0	0.23
125	PVS-82	PVS-83	88	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0029	0	0.43
126	PVS-83	PVS-84	90.6	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0030	0	0.40
127	PVS-84	PVS-85	85.4	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0028	0	0.14
128	PVS-85	PVS-86	80.6	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0027	0	0.31
129	PVS-86	PVS-87	80.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0027	0	0.20
130	PVS-87	PVS-88	77.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0026	0	0.26
131	PVS-88	PVS-89	53.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
132	PVS-89	PVS-90	61.6	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0021	0	0.31
133	PVS-90	PVS-91	83.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0028	0	0.23

SUBCOLECTORA 45-58

134	PVS-45	PVS-46	93	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0031	0	0.34
135	PVS-46	PVS-48	91.4	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0030	0	0.40
136	PVS-48	PVS-49	87.7	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0029	0	0.31
137	PVS-49	PVS-50	76.8	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0026	0	0.26
138	PVS-50	PVS-51	79	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0026	0	0.14
139	PVS-51	PVS-53	86.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0029	0	0.14
140	PVS-53	PVS-55	60.4	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0020	0	0.06
141	PVS-55	PVS-56	64.3	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
142	PVS-56	PVS-58	82.8	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0028	0	0.26

SUBCOLECTORA 45-36

143	PVS-45	PVS-44	96.8	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0032	0	0.40
144	PVS-44	PVS-43	90.5	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0030	0	0.23
145	PVS-43	PVS-42	80.7	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0027	0	0.34
146	PVS-42	PVS-41	37.7	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0013	0	0.09
147	PVS-41	PVS-40	97.4	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0032	0	0.23
148	PVS-40	PVS-26	82.7	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0028	0	0.09
149	PVS-26	PVS-27	76.2	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0025	0.000	0.26
150	PVS-27	PVS-30	80.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0027	0	0.12
151	PVS-30	PVS-33	88.7	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
152	PVS-33	PVS-34	53.8	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0018	0	0.06



Tramo	PVS		longitud	lotes o (Vivien das)	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A					calculado	ajust ado				
153	PVS-34	PVS-35	83.7	16	96	0.1511	4.2484	3	0.4533	0.0028	0	0.46
154	PVS-35	PVS-36	89.8	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0030	0	0.26

SUBCOLECTORA 20-15

155	PVS-20	PVS-19	72.3	16	96	0.1511	4.2484	3	0.4533	0.0024	0	0.46
156	PVS-19	PVS-18	86	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0029	0	0.31
157	PVS-18	PVS-17	95.2	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0032	0	0.12
158	PVS-17	PVS-13	75.6	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0025	0	0.12
159	PVS-13	PVS-14	47.7	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0016	0	0.09
160	PVS-14	PVS-15	62	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0021	0	0.12

SUBCOLECTORA 13-7

161	PVS-13	PVS-12	74.1	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0025	0	0.09
162	PVS-12	PVS-11	52.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
163	PVS-11	PVS-10	64.1	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0021	0	0.23
164	PVS-10	PVS-7	41.1	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0014	0	0.11

SUBCOLECTORA 9-3

165	PVS-9	PVS-8	94.6	8	48	0.0758	4.3180	3	0.2273	0.0032	0	0.23
166	PVS-8	PVS-7	57.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0019	0	0.14
167	PVS-7	PVS-6	12.7	0	0	0.0000	4.5000	3	0.0000	0.0004	0	0.00
168	PVS-6	PVS-3	63.8	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0021	0	0.06

SUBCOLECTORA 199-183

169	PVS-199	PVS-198	46.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
170	PVS-198	PVS-196	61.6	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0021	0	0.23
171	PVS-196	PVS-194	81.4	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
172	PVS-194	PVS-193	98.8	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0033	0	0.26
173	PVS-193	PVS-192	77.9	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0026	0	0.26
174	PVS-192	PVS-191	72.2	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0024	0	0.17
175	PVS-191	PVS-190	80.2	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0027	0	0.20
176	PVS-190	PVS-189	79	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0026	0	0.20
177	PVS-189	PVS-183	70	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0023	0	0.26

SUBCOLECTORA 249-210

178	PVS-249	PVS-248	53.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0018	0	0.20
179	PVS-248	PVS-247	32.5	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0011	0	0.09
180	PVS-247	PVS-246	58.5	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0020	0	0.23
181	PVS-246	PVS-245	94.2	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0031	0	0.17
182	PVS-245	PVS-244	50.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0017	0	0.12
183	PVS-244	PVS-243	52	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0017	0	0.06
184	PVS-243	PVS-242	83.1	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0028	0	0.12
185	PVS-242	PVS-210	93	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0031	0	0.43

SUBCOLECTORA 273-242

186	PVS-273	PVS-274	99.5	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0033	0	0.20
187	PVS-274	PVS-275	95	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0032	0	0.26
188	PVS-275	PVS-276	79.5	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
189	PVS-276	PVS-277	30.6	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0010	0	0.06
190	PVS-277	PVS-279	95	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0032	0	0.23
191	PVS-279	PVS-280	95	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0032	0	0.14
192	PVS-280	PVS-281	95	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0032	0	0.26
193	PVS-281	PVS-282	53.8	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0018	0	0.12
194	PVS-282	PVS-242	60.8	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0020	0	0.06

SUBCOLECTORA 268-243

195	PVS-268	PVS-267	65.3	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0022	0	0.14
196	PVS-267	PVS-266	50.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0017	0	0.14
197	PVS-266	PVS-263	56.4	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0019	0	0.14
198	PVS-263	PVS-262	57	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0019	0	0.12
199	PVS-262	PVS-260	65.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0022	0	0.14
200	PVS-260	PVS-259	67.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0023	0	0.14
201	PVS-259	PVS-258	98	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0033	0	0.20
202	PVS-258	PVS-243	95.5	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0032	0	0.17



Tramo	PVS		longitud	lotes o	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A	Long(m)	(Vivien das)	habit./viv.	(l/s)	calculado	ajust ado	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Calculado
SUBCOLECTORA 269-246												
203	PVS-269	PVS-265	68.2	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0023	0	0.23
204	PVS-265	PVS-264	52.1	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0017	0	0.26
205	PVS-264	PVS-254	67.4	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0022	0	0.31
206	PVS-254	PVS-255	89.9	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0030	0	0.34
207	PVS-255	PVS-256	41.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0014	0	0.17
208	PVS-256	PVS-246	47.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0016	0	0.17
SUBCOLECTORA 270-247												
209	PVS-270	PVS-272	96	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0032	0.139	0.48
210	PVS-272	PVS-252	25.2	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0008	0	0.09
211	PVS-252	PVS-253	82.1	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
212	PVS-253	PVS-247	41.3	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0014	0	0.09
SUBCOLECTORA 236-241												
213	PVS-236	PVS-238	78.7	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0026	0	0.40
214	PVS-238	PVS-239	40.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0013	0	0.17
215	PVS-239	PVS-240	67.6	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0023	0	0.17
216	PVS-240	PVS-241	49	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
SUBCOLECTORA 233-229												
217	PVS-233	PVS-232	83.1	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0028	0	0.31
218	PVS-232	PVS-231	44.5	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0015	0	0.11
219	PVS-231	PVS-230	49.1	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
220	PVS-230	PVS-229	59.5	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0020	2.25	2.39
SUBCOLECTORA 231-218												
221	PVS-231	PVS-227	69	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0023	0	0.20
222	PVS-227	PVS-223	43.1	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0014	0	0.14
223	PVS-223	PVS-220	53.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14
224	PVS-220	PVS-218	52.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0017	0	0.12
SUBCOLECTORA 233-212												
225	PVS-233	PVS-234	96.8	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0032	0	0.09
226	PVS-234	PVS-235	73	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0024	0	0.23
227	PVS-235	PVS-212	47.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0016	0	0.14
SUBCOLECTORA 204-176												
228	PVS-204	PVS-199	69.9	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0023	0	0.43
229	PVS-199	PVS-200	62.3	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
230	PVS-200	PVS-201	25.2	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0008	0	0.17
231	PVS-201	PVS-176	65.9	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0022	0	0.23
SUBCOLECTORA 147-108												
232	PVS-147	PVS-146	63.2	16	96	0.1511	4.2484	3	0.4533	0.0021	0	0.46
233	PVS-146	PVS-145	81	26	156	0.2456	4.1855	3	0.7367	0.0027	0	0.74
234	PVS-145	PVS-142	45.8	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0015	0	0.11
235	PVS-142	PVS-139	42.3	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0014	0	0.09
236	PVS-139	PVS-108	58.7	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0020	0	0.12
SUB-SUBCOLECTORAS												
SUB-SUBCOLECTORA 26-20												
237	PVS-26	PVS-23	65.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0022	0	0.20
238	PVS-23	PVS-22	63.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
239	PVS-22	PVS-21	60	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0020	0	0.20
240	PVS-21	PVS-20	99.2	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0033	0	0.26
SUB-SUBCOLECTORA 27-19												
241	PVS-27	PVS-28	93.5	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0031	0	0.31
242	PVS-28	PVS-29	93.6	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0031	0	0.31
243	PVS-29	PVS-19	98.3	16	96	0.1511	4.2484	3	0.4533	0.0033	0	0.46



Tramo	PVS		longitud	lotes o	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A	Long(m)	(Vivien das)	habit./viv.	(l/s)	calculado	ajust ado	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Calculado
SUB-SUBCOLECTORA 30-18												
244	PVS-30	PVS-31	96.1	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0032	0	0.26
245	PVS-31	PVS-32	96.5	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0032	0	0.26
246	PVS-32	PVS-18	98.7	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0033	0	0.20
SUB-SUBCOLECTORA 33-17												
247	PVS-33	PVS-285	81.5	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0027	0	0.09
248	PVS-285	PVS-284	50.1	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0017	0	0.09
249	PVS-284	PVS-283	96	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0032	0	0.12
250	PVS-283	PVS-17	81.9	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
SUB-SUBCOLECTORA 25-23												
251	PVS-25	PVS-24	96	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0032	0	0.14
252	PVS-24	PVS-23	97.8	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0033	0	0.14
SUB-SUBCOLECTORA 256-245												
253	PVS-256	PVS-257	85.1	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0028	0	0.26
254	PVS-257	PVS-245	69.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0023	0	0.26
SUB-SUBCOLECTORA 203-201												
255	PVS-203	PVS-202	85.3	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0028	2.25	2.54
256	PVS-202	PVS-201	67.7	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0023	0	0.17
SUB-SUBCOLECTORA 144-142												
257	PVS-144	PVS-143	59.1	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0020	0	0.26
258	PVS-143	PVS-142	76.1	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0025	0	0.34
SUB-SUBCOLECTORA 141-139												
259	PVS-141	PVS-140	63.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0021	0	0.26
260	PVS-140	PVS-139	62.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
SUB-SUBCOLECTORA 137-109												
261	PVS-137	PVS-138	58	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0019	0	0.29
262	PVS-138	PVS-109	79.9	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
SUB-SUBCOLECTORA 136-110												
263	PVS-136	PVS-134	77.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0026	0	0.17
264	PVS-134	PVS-135	61.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0020	0	0.12
265	PVS-135	PVS-110	77.6	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0026	0	0.17
SUB-SUBCOLECTORA 132-111												
266	PVS-132	PVS-133	52.4	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0017	0	0.23
267	PVS-133	PVS-111	95.2	17	102	0.1606	4.2412	3	0.4817	0.0032	0	0.48
SUB-SUBCOLECTORA 74-45												
268	PVS-74	PVS-75	55	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0018	0	0.26
269	PVS-75	PVS-45	63.9	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0021	0	0.26
SUB-SUBCOLECTORA 15-10												
270	PVS-15	PVS-16	70.8	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0024	0	0.17
271	PVS-16	PVS-10	61.3	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0020	0	0.20
SUB-SUBCOLECTORA 4-6												
272	PVS-4	PVS-5	95.5	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0032	0	0.17
273	PVS-5	PVS-6	52.3	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0017	0	0.17
SUB-SUBCOLECTORA 214-216												
274	PVS-214	PVS-215	36.9	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0012	0	0.17
275	PVS-215	PVS-216	89.6	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
SUB-SUBCOLECTORA 188-186												
276	PVS-188	PVS-187	39.4	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0013	0	0.17





Tramo	PVS		longitud	lotes o (Vivien das)	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A					calculado	ajust ado				
277	PVS-187	PVS-186	89.2	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0030	0	0.26

SUB-SUBCOLECTORA 46-41

278	PVS-46	PVS-47	62	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0021	0	0.26
279	PVS-47	PVS-41	55.4	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0018	0	0.14

SUB-SUBCOLECTORA 72-46

280	PVS-72	PVS-73	52.6	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0018	0	0.31
281	PVS-73	PVS-46	68.2	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0023	0	0.26

SUB-SUBCOLECTORA 196-177

282	PVS-196	PVS-197	74.6	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0025	0	0.29
283	PVS-197	PVS-177	63.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0021	0	0.17

SUB-SUBCOLECTORA 194-178

284	PVS-194	PVS-195	67.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0022	0	0.26
285	PVS-195	PVS-178	55.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0019	0	0.23

SUB-SUBCOLECTORA 150-114

286	PVS-150	PVS-131	55.2	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0018	0	0.17
287	PVS-131	PVS-114	62.7	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0021	0	0.14

SUB-SUBCOLECTORA 70-48

288	PVS-70	PVS-71	58	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0019		0.12
289	PVS-71	PVS-48	63	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0021	0	0.23

SUB-SUBCOLECTORA 68-49

290	PVS-68	PVS-69	62.1	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
291	PVS-69	PVS-49	56.9	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0019	0	0.23

SUB-SUBCOLECTORA 152-116

292	PVS-152	PVS-129	68.6	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0023	0	0.31
293	PVS-129	PVS-116	64.6	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0022	0	0.26

SUB-SUBCOLECTORA 67-50

294	PVS-67	PVS-284	66.2	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0022	0	0.20
295	PVS-284	PVS-50	53.3	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0018	0	0.12

SUB-SUBCOLECTORA 51-30

296	PVS-51	PVS-52	60	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0020	0	0.20
297	PVS-52	PVS-30	53.4	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0018	0	0.12

SUB-SUBCOLECTORA 65-51

298	PVS-65	PVS-66	62.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0021	0	0.23
299	PVS-66	PVS-51	53.1	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0018	0	0.20

SUB-SUBCOLECTORA 153-117

300	PVS-153	PVS-128	70.3	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0023	0	0.06
301	PVS-128	PVS-117	70.3	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0023	0	0.14

SUB-SUBCOLECTORA 155-97

302	PVS-155	PVS-127	66.6	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0022	0	0.12
303	PVS-127	PVS-118	75.3	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0025	0	0.14
304	PVS-118	PVS-97	84.7	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0028	0	0.12

SUB-SUBCOLECTORA 53-33

305	PVS-53	PVS-54	69.6	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0023	0	0.23
306	PVS-54	PVS-33	63.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0021	0	0.26

SUB-SUBCOLECTORA 226-213

307	PVS-226	PVS-225	48.4	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0016	0	0.31
308	PVS-225	PVS-213	55.8	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0019	0	0.31



Tramo	PVS		longitud	lotes o	Densidad	Qmedio	factor de Harmon		Qmax	Qinf.	Q inst.	Q D(l/s)
	De	A	Long(m)	(Vivien das)	habit./viv.	(l/s)	calculado	ajust ado	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Calculado

SUB-SUBCOLECTORA 61-56

309	PVS-61	PVS-62	62.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0021	0	0.26
310	PVS-62	PVS-56	54.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0018	0	0.20

SUB-SUBCOLECTORA 56-35

311	PVS-56	PVS-57	74.8	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0025	0	0.29
312	PVS-57	PVS-35	77	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0026	0	0.29

SUB-SUBCOLECTORA 151-115

313	PVS-151	PVS-130	64.4	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0021	0	0.20
314	PVS-130	PVS-115	60	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0020	0	0.26

INTERCONEXIONES ENTRE COLECTORES

315	PVS-266	PVS-265	62	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0021	0	0.17
316	PVS-263	PVS-264	61.6	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0021	0	0.12
317	PVS-252	PVS-254	66.2	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0022	0	0.12
318	PVS-251	PVS-252	93	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0031	0	0.31
319	PVS-278	PVS-277	48.9	3	18	0.0283	4.3864	3	0.0850	0.0016	0	0.09
320	PVS-261	PVS-260	65.4	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0022	0	0.17
321	PVS-255	PVS-259	90.2	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0030	0	0.23
322	PVS-250	PVS-248	89.5	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
323	PVS-247	PVS-206	98	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0033	0	0.29
324	PVS-246	PVS-207	97.5	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0033	0	0.26
325	PVS-207	PVS-196	77.6	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0026	0	0.20

326	PVS-202	PVS-175	69.7	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0023	0	0.20
327	PVS-175	PVS-170	63.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0021	0	0.23
328	PVS-176	PVS-169	86.4	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0029	0	0.34
329	PVS-169	PVS-148	77.3	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0026	0	0.23
330	PVS-148	PVS-112	97	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0032	0	0.31
331	PVS-112	PVS-103	79.5	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
332	PVS-103	PVS-82	79.7	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0027	0	0.23
333	PVS-82	PVS-74	87.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17
334	PVS-104	PVS-81	42.8	2	12	0.0189	4.4067	3	0.0567	0.0014	0	0.06
335	PVS-177	PVS-168	76.7	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0026	0	0.20
336	PVS-168	PVS-149	77.1	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0026	0	0.34
337	PVS-149	PVS-113	98	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0033	0	0.40
338	PVS-113	PVS-102	78.2	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0026	0	0.23
339	PVS-102	PVS-83	82.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0027	0	0.17
340	PVS-83	PVS-72	85	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0028	0	0.34
341	PVS-178	PVS-167	79.4	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0026	0	0.20
342	PVS-167	PVS-150	75.5	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0025	0	0.31
343	PVS-114	PVS-101	77.4	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0026	0	0.26
344	PVS-101	PVS-84	82.3	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0027	0	0.14
345	PVS-84	PVS-70	84.6	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0028	0	0.40
346	PVS-48	PVS-40	98.2	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0033	0	0.23
347	PVS-209	PVS-193	94.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0031	0	0.14
348	PVS-193	PVS-179	98.5	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0033	0	0.40
349	PVS-179	PVS-166	81.8	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0027	0	0.23
350	PVS-166	PVS-151	75.1	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0025	0	0.23
351	PVS-115	PVS-100	79.5	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0027	0	0.17
352	PVS-100	PVS-85	81.8	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
353	PVS-85	PVS-68	87.7	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0029	0	0.31
354	PVS-49	PVS-26	91.3	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0030	0	0.29
355	PVS-210	PVS-192	98.1	13	78	0.1228	4.2716	3	0.3683	0.0033	0	0.37
356	PVS-192	PVS-180	97.5	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0033	0	0.31
357	PVS-180	PVS-165	80.6	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
358	PVS-165	PVS-152	78.7	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0026	0	0.31
359	PVS-116	PVS-99	78.5	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0026	0	0.14
360	PVS-99	PVS-86	81.1	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
361	PVS-86	PVS-67	84.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0028	0	0.20
362	PVS-50	PVS-27	99.2	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0033	0	0.34
363	PVS-211	PVS-191	100.7	13	78	0.1228	4.2716	3	0.3683	0.0034	0	0.37



Tramo	PVS		Longitud Long(m)	lotes o (Vivien das)	Densidad habit./viv.	Qmedio (l/s)	factor de Harmon		Qmax (l/s)	Qinf. (l/s)	Q inst. (l/s)	Q D(l/s) Calculado
	De	A					calculado	ajust ado				
364	PVS-191	PVS-181	88.4	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0029	0	0.29
365	PVS-181	PVS-164	81.8	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
366	PVS-164	PVS-153	77.2	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0026	0	0.14
367	PVS-117	PVS-98	82.1	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0027	0	0.14
368	PVS-98	PVS-87	81.4	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
369	PVS-87	PVS-65	86.3	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0029	0	0.23
370	PVS-212	PVS-190	99.2	16	96	0.1511	4.2484	3	0.4533	0.0033	0	0.46
371	PVS-190	PVS-182	75.3	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0025	0	0.34
372	PVS-182	PVS-163	82.7	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0028	0	0.26
373	PVS-163	PVS-154	77.3	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0026	0	0.20
374	PVS-128	PVS-127	72.3	13	78	0.1228	4.2716	3	0.3683	0.0024	0.088	0.46
375	PVS-97	PVS-88	78.6	4	24	0.0378	4.3695	3	0.1133	0.0026	0	0.12
376	PVS-88	PVS-64	86.5	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0029	0	0.20
377	PVS-64	PVS-53	98	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0033	0	0.31
378	PVS-213	PVS-189	98.7	18	108	0.1700	4.2343	3	0.5100	0.0033	0	0.51
379	PVS-183	PVS-162	81.4	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0027	0	0.23
380	PVS-162	PVS-157	73.6	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0025	0	0.26
381	PVS-157	PVS-125	87.8	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0029	0	0.31
382	PVS-125	PVS-120	78.5	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0026	0	0.26
383	PVS-120	PVS-95	78	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0026	0	0.23
384	PVS-95	PVS-90	79.7	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0027	0	0.23
385	PVS-90	PVS-61	86.6	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0029	0	0.17
386	PVS-227	PVS-228	99.5	14	84	0.1322	4.2635	3	0.3967	0.0033	0	0.40
387	PVS-224	PVS-223	40.6	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0014	0	0.14
388	PVS-223	PVS-222	95.3	12	72	0.1133	4.2800	3	0.3400	0.0032	0	0.34
389	PVS-219	PVS-220	42.6	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0014	0	0.17
390	PVS-220	PVS-221	89.4	11	66	0.1039	4.2888	3	0.3117	0.0030	0	0.31
391	PVS-218	PVS-215	53.2	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0018	0	0.17
392	PVS-215	PVS-187	45.4	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0015	0	0.17
393	PVS-187	PVS-184	73.9	7	42	0.0661	4.3294	3	0.1983	0.0025	0	0.20
394	PVS-184	PVS-161	80.3	9	54	0.0850	4.3078	3	0.2550	0.0027	0	0.26
395	PVS-161	PVS-158	70.1	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0023	0	0.17
396	PVS-158	PVS-124	83.1	8	48	0.0756	4.3183	3	0.2267	0.0028	0	0.23
397	PVS-124	PVS-121	85.9	5	30	0.0472	4.3547	3	0.1417	0.0029	0	0.14
398	PVS-121	PVS-94	86.4	15	90	0.1417	4.2558	3	0.4250	0.0029	0	0.43
399	PVS-94	PVS-91	80.2	10	60	0.0944	4.2980	3	0.2833	0.0027	0	0.29
400	PVS-231	PVS-239	51.9	6	36	0.0567	4.3415	3	0.1700	0.0017	0	0.17
401	O-7	PVS-1	83	0	0	0.0000	0.0000	3	0.0000	0.0028	0	0.00
TOTAL												151.55

Tabla 3.3.2.1. Caudales por tramo de tuberías ingresados para el diseño Hidráulico de la red de alcantarillado.  
Fuente: Elaboración propia.



TABLA TOPOGRAFICA PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN NANDAIME.

TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
									A ARR	A ABA	A ARR	A ABA		

COLECTORA PRINCIPAL

1	PVS-1	0	123.51	122.08	83	1.7	0.5	400	122.67	122.23	122.27	121.83	1.24	0.25
2	PVS-2	PVS-1	124.59	123.51	63.5	1.7	0.5	400	123.01	122.7	122.61	122.3	1.98	1.21
3	PVS-3	PVS-2	125.6	124.59	69.1	1.5	0.5	400	123.39	123.04	122.99	122.64	2.61	1.95
4	PVS-39	PVS-3	126.42	125.6	75.8	1.1	1.2	375	125.095	124.175	124.72	123.8	1.7	1.8
5	PVS-38	PVS-39	126.96	126.42	61.4	0.9	1.0	375	125.735	125.125	125.36	124.75	1.6	1.67
6	PVS-37	PVS-38	127.83	126.96	61.6	1.4	1.1	375	126.465	125.765	126.09	125.39	1.74	1.57
7	PVS-36	PVS-37	129.04	127.83	57.1	2.1	0.5	375	126.785	126.495	126.41	126.12	2.63	1.71
8	PVS-59	PVS-36	129.92	129.04	81.2	1.1	0.5	375	127.225	126.815	126.85	126.44	3.07	2.6
9	PVS-58	PVS-59	131.26	129.92	91.4	1.5	0.5	375	127.705	127.245	127.33	126.87	3.93	3.05
10	PVS-60	PVS-58	131.6	131.26	98	0.3	0.5	375	128.225	127.735	127.85	127.36	3.75	3.9
11	PVS-91	PVS-60	132.42	131.6	84.6	1.0	0.5	375	128.675	128.255	128.3	127.88	4.12	3.72
12	PVS-92	PVS-91	130.33	132.42	84.5	-2.5	0.5	375	129.125	128.705	128.75	128.33	1.58	4.09
13	PVS-93	PVS-92	131.55	130.33	79.6	1.5	1.6	300	130.32	129.08	130.02	128.78	1.53	1.55
14	PVS-122	PVS-93	133.06	131.55	92.7	1.6	0.8	300	131.06	130.35	130.76	130.05	2.3	1.5
15	PVS-123	PVS-122	134.25	133.06	96.4	1.2	1.7	300	132.72	131.09	132.42	130.79	1.83	2.27
16	PVS-159	PVS-123	134.83	134.25	73.8	0.8	0.7	300	133.27	132.75	132.97	132.45	1.86	1.8
17	PVS-160	PVS-159	135.88	134.83	75.5	1.4	1.9	250	134.65	133.25	134.4	133	1.48	1.83
18	PVS-185	PVS-160	137.13	135.88	81.2	1.5	0.8	250	135.37	134.68	135.12	134.43	2.01	1.45
19	PVS-186	PVS-185	137.99	137.13	73.2	1.2	0.5	250	135.77	135.4	135.52	135.15	2.47	1.98
20	PVS-216	PVS-186	138.88	137.99	48.7	1.8	0.5	250	136.04	135.8	135.79	135.55	3.09	2.44
21	PVS-217	PVS-216	139.09	138.88	53.7	0.4	0.5	250	136.34	136.07	136.09	135.82	3	3.06
22	PVS-221	PVS-217	139.28	139.09	52.8	0.4	0.7	150	136.63	136.27	136.48	136.12	2.8	2.97
23	PVS-222	PVS-221	139.43	139.28	49.8	0.3	0.6	150	136.98	136.66	136.83	136.51	2.6	2.77
24	PVS-228	PVS-222	139.64	139.43	42.1	0.5	0.7	150	137.29	137.01	137.14	136.86	2.5	2.57
25	PVS-229	PVS-228	139.77	139.64	56	0.2	0.5	150	137.62	137.32	137.47	137.17	2.3	2.47
26	PVS-241	PVS-229	139.7	139.77	43.9	-0.2	0.7	150	137.95	137.65	137.8	137.5	1.9	2.27

SUBCOLECTORAS

SUBCOLECTORA 273-217

27	PVS-273	PVS-268	162.41	161.85	49	1.1	1.25	200	161.06	160.45	160.86	160.25	1.55	1.6
28	PVS-268	PVS-269	161.85	160.65	82.1	1.5	1.33	200	160.42	159.33	160.22	159.13	1.63	1.52
29	PVS-269	PVS-270	160.65	159.37	77.8	1.6	1.59	200	159.3	158.06	159.1	157.86	1.55	1.51
30	PVS-270	PVS-271	159.37	158.68	67.6	1.0	1.02	200	158.02	157.33	157.82	157.13	1.55	1.55
31	PVS-271	PVS-251	158.68	157.18	53.8	2.8	2.72	200	157.3	155.83	157.1	155.63	1.58	1.55
32	PVS-251	PVS-249	157.18	155.48	74.9	2.3	2.24	200	155.8	154.13	155.6	153.93	1.58	1.55
33	PVS-249	PVS-205	155.48	153.57	99.3	1.9	3.02	200	154.1	151.1	153.9	150.9	1.58	2.67
34	PVS-205	PVS-206	153.57	152.83	37.6	2.0	5.0	200	151.07	149.19	150.87	148.99	2.7	3.84
35	PVS-206	PVS-207	152.83	151.35	66.4	2.2	2.1	200	149.16	147.76	148.96	147.56	3.87	3.79
36	PVS-207	PVS-208	151.35	148.93	95	2.5	0.5	200	147.73	147.25	147.53	147.05	3.82	1.88
37	PVS-208	PVS-209	148.93	147.01	94	2.0	1.5	200	147.22	145.81	147.02	145.61	1.91	1.4
38	PVS-209	PVS-210	147.01	146.31	73.1	1.0	0.9	200	145.78	145.11	145.58	144.91	1.43	1.4
39	PVS-210	PVS-211	146.31	145.27	73.9	1.4	1.4	200	145.08	144.04	144.88	143.84	1.43	1.43
40	PVS-211	PVS-212	145.27	143.7	81.8	1.9	1.9	200	144.01	142.45	143.81	142.25	1.46	1.45
41	PVS-212	PVS-213	143.7	142.27	66	2.2	0.6	250	139.22	138.83	138.97	138.58	4.73	3.69
42	PVS-213	PVS-218	142.27	140.48	81.9	2.2	1.3	250	138.8	137.76	138.55	137.51	3.72	2.97
43	PVS-218	PVS-217	140.48	139.09	91.7	1.5	1.5	250	137.73	136.37	137.48	136.12	3	2.97

SUBCOLECTORA 78-60

44	PVS-78	PVS-77	142.75	141.68	72.5	1.5	1.5	200	141.55	140.46	141.35	140.26	1.4	1.42
45	PVS-77	PVS-76	141.68	141.88	56.5	-0.4	0.5	250	140.48	140.2	140.23	139.95	1.45	1.93
46	PVS-76	PVS-74	141.88	142.16	75.7	-0.4	0.5	250	140.17	139.79	139.92	139.54	1.96	2.62
47	PVS-74	PVS-72	142.16	141.42	87.3	0.8	0.5	250	139.76	139.32	139.51	139.07	2.65	2.35
48	PVS-72	PVS-70	141.42	140.51	92.7	1.0	1.0	250	139.29	138.39	139.04	138.14	2.38	2.37
49	PVS-70	PVS-68	140.51	138.85	85.7	1.9	2.1	250	138.36	136.53	138.11	136.28	2.4	2.57
50	PVS-68	PVS-67	138.85	137.48	79	1.7	1.9	250	136.5	134.99	136.25	134.74	2.6	2.74
51	PVS-67	PVS-65	137.48	136.37	79.8	1.4	1.3	250	134.96	133.92	134.71	133.67	2.77	2.7
52	PVS-65	PVS-64	136.37	135.04	81.7	1.6	2.1	250	133.89	132.19	133.64	131.94	2.73	3.1
53	PVS-64	PVS-63	135.04	133.97	57.4	1.9	0.5	250	132.16	131.87	131.91	131.62	3.13	2.35
54	PVS-63	PVS-61	133.97	133.24	60.3	1.2	2.0	250	131.84	130.64	131.59	130.39	2.38	2.85



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
55	PVS-61	PVS-60	133.24	131.6	87	1.9	2.9	250	130.61	128.13	130.36	127.88	2.88	3.72

SUBCOLECTORE 173-185

56	PVS-173	PVS-174	153.41	152.28	54.3	2.1	3.2	150	152.21	150.46	152.06	150.31	1.35	1.97
57	PVS-174	PVS-175	152.28	150.86	58.9	2.4	2.7	150	150.43	148.84	150.28	148.69	2	2.17
58	PVS-175	PVS-176	150.86	149.16	64	2.7	2.4	150	148.81	147.3	148.66	147.15	2.2	2.01
59	PVS-176	PVS-177	149.16	146.86	77.3	3.0	2.6	150	147.27	145.24	147.12	145.09	2.04	1.77
60	PVS-177	PVS-178	146.86	144.92	83.7	2.3	2.5	150	145.21	143.1	145.06	142.95	1.8	1.97
61	PVS-178	PVS-179	144.92	143.25	93	1.8	1.8	150	143.07	141.43	142.92	141.28	2	1.97
62	PVS-179	PVS-180	143.25	142.09	83.9	1.4	1.3	150	141.4	140.27	141.25	140.12	2	1.97
63	PVS-180	PVS-181	142.09	141.53	74.2	0.8	0.5	150	140.24	139.87	140.09	139.72	2	1.81
64	PVS-181	PVS-182	141.53	140.79	76.7	1.0	0.5	150	139.84	139.46	139.69	139.31	1.84	1.48
65	PVS-182	PVS-183	140.79	139.42	86	1.6	1.5	150	139.43	138.12	139.28	137.97	1.51	1.45
66	PVS-183	PVS-184	139.42	138.17	79.4	1.6	1.6	150	138.09	136.8	137.94	136.65	1.48	1.52
67	PVS-184	PVS-185	138.17	137.13	85.2	1.2	1.7	150	136.77	135.3	136.62	135.15	1.55	1.98

SUBCOLECTORA 203-160

68	PVS-203	PVS-173	153.97	153.41	79.6	0.7	2.1	150	152.77	151.09	152.62	150.94	1.35	2.47
69	PVS-173	PVS-172	153.41	152.93	56.7	0.8	1.7	150	151.06	150.11	150.91	149.96	2.5	2.97
70	PVS-172	PVS-171	152.93	150.69	83.8	2.7	1.7	150	150.08	148.67	149.93	148.52	3	2.17
71	PVS-171	PVS-170	150.69	149.48	39.8	3.0	3.0	150	148.64	147.46	148.49	147.31	2.2	2.17
72	PVS-170	PVS-169	149.48	147.13	72	3.3	2.6	150	147.43	145.57	147.28	145.42	2.2	1.71
73	PVS-169	PVS-168	147.13	145.03	78.6	2.7	3.0	150	145.54	143.21	145.39	143.06	1.74	1.97
74	PVS-168	PVS-167	145.03	143.46	86.3	1.8	1.8	150	143.18	141.64	143.03	141.49	2	1.97
75	PVS-167	PVS-166	143.46	142.45	89.9	1.1	1.1	150	141.61	140.63	141.46	140.48	2	1.97
76	PVS-166	PVS-165	142.45	141.83	83.4	0.7	1.1	150	140.6	139.71	140.45	139.56	2	2.27
77	PVS-165	PVS-164	141.83	141.43	79.9	0.5	0.7	150	139.68	139.16	139.53	139.01	2.3	2.42
78	PVS-164	PVS-163	141.43	140.15	69.2	1.8	1.0	150	139.13	138.41	138.98	138.26	2.45	1.89
79	PVS-163	PVS-162	140.15	137.9	95.2	2.4	1.9	150	138.38	136.55	138.23	136.4	1.92	1.5
80	PVS-162	PVS-161	137.9	136.64	83.5	1.5	1.5	150	136.52	135.29	136.37	135.14	1.53	1.5
81	PVS-161	PVS-160	136.64	135.88	81.7	0.9	0.7	150	135.26	134.68	135.11	134.53	1.53	1.35

SUBCOLECTORA 148-159

82	PVS-148	PVS-149	145.62	143.81	80.2	2.3	2.2	150	144.22	142.44	144.07	142.29	1.55	1.52
83	PVS-149	PVS-150	143.81	142.66	86.7	1.3	1.5	150	142.41	141.11	142.26	140.96	1.55	1.7
84	PVS-150	PVS-151	142.66	141.87	89	0.9	1.5	150	141.08	139.71	140.93	139.56	1.73	2.31
85	PVS-151	PVS-152	141.87	142	81.4	-0.2	0.5	150	139.69	139.28	139.54	139.13	2.33	2.87
86	PVS-152	PVS-153	142	141.11	81.3	1.1	1.2	150	139.25	138.29	139.1	138.14	2.9	2.97
87	PVS-153	PVS-154	141.11	139.26	65	2.8	1.7	150	138.26	137.17	138.11	137.02	3	2.24
88	PVS-154	PVS-156	139.26	137.73	58	2.6	1.1	150	137.14	136.53	136.99	136.38	2.27	1.35
89	PVS-156	PVS-157	137.73	136.75	48.2	2.0	2.4	150	136.5	135.35	136.35	135.2	1.38	1.55
90	PVS-157	PVS-158	136.75	135.64	81.7	1.4	1.8	150	135.32	133.82	135.17	133.67	1.58	1.97
91	PVS-158	PVS-159	135.64	134.83	83.3	1.0	0.5	150	133.79	133.34	133.64	133.19	2	1.64

SUBCOLECTORA 126-123

92	PVS-126	PVS-125	137.07	135.51	93.5	1.7	1.8	150	135.87	134.19	135.72	134.04	1.35	1.47
93	PVS-125	PVS-124	135.51	135.19	83.3	0.4	1.0	150	134.16	133.33	134.01	133.18	1.5	2.01
94	PVS-124	PVS-123	135.19	134.25	85.8	1.1	0.6	150	133.3	132.75	133.15	132.6	2.04	1.65

SUBCOLECTORA 119-122

95	PVS-119	PVS-120	135.88	134.66	95	1.3	2.0	150	134.68	132.74	134.53	132.59	1.35	2.07
96	PVS-120	PVS-121	134.66	134.33	82.8	0.4	1.1	150	132.71	131.76	132.56	131.61	2.1	2.72
97	PVS-121	PVS-122	134.33	133.06	85.8	1.5	0.7	150	131.73	131.09	131.58	130.94	2.75	2.12

SUBCOLECTORA 108-118

98	PVS-108	PVS-109	148.84	148.23	60.4	1.0	0.7	150	147.44	147.03	147.29	146.88	1.55	1.35
99	PVS-109	PVS-110	148.23	147.08	54.8	2.1	2.1	150	147.01	145.88	146.86	145.73	1.37	1.35
100	PVS-110	PVS-111	147.08	145.9	48.8	2.4	2.4	150	145.85	144.7	145.7	144.55	1.38	1.35
101	PVS-111	PVS-112	145.9	144.43	61.8	2.4	2.5	150	144.67	143.11	144.52	142.96	1.38	1.47
102	PVS-112	PVS-113	144.43	143.16	83.2	1.5	2.0	150	143.08	141.43	142.93	141.28	1.5	1.88
103	PVS-113	PVS-114	143.16	141.96	89.1	1.3	2.4	150	141.4	139.3	141.25	139.15	1.91	2.81
104	PVS-114	PVS-115	141.96	140.79	88.5	1.3	0.6	150	139.27	138.74	139.12	138.59	2.84	2.2
105	PVS-115	PVS-116	140.79	139.66	81.3	1.4	0.5	150	138.71	138.31	138.56	138.16	2.23	1.5
106	PVS-116	PVS-117	139.66	138.16	82.3	1.8	2.1	150	138.28	136.57	138.13	136.42	1.53	1.74





TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
107	PVS-117	PVS-118	138.16	136.38	74.7	2.4	2.0	150	136.54	135.07	136.39	134.92	1.77	1.46

SUBCOLECTORA 108-93

108	PVS-108	PVS-107	148.84	146.72	79.1	2.7	2.7	150	147.64	145.52	147.49	145.37	1.35	1.35
109	PVS-107	PVS-106	146.72	145.36	71	1.9	1.9	150	145.49	144.16	145.34	144.01	1.38	1.35
110	PVS-106	PVS-105	145.36	145.05	59.4	0.5	0.8	150	144.13	143.65	143.98	143.5	1.38	1.55
111	PVS-105	PVS-104	145.05	144.26	62.1	1.3	1.1	150	143.62	142.92	143.47	142.77	1.58	1.49
112	PVS-104	PVS-103	144.26	143.57	97.3	0.7	1.2	150	142.89	141.71	142.74	141.56	1.52	2.01
113	PVS-103	PVS-102	143.57	142.71	84.5	1.0	1.4	150	141.71	140.54	141.56	140.39	2.01	2.32
114	PVS-102	PVS-101	142.71	141.08	90.2	1.8	1.1	150	140.51	139.5	140.36	139.35	2.35	1.73
115	PVS-101	PVS-100	141.08	139.4	85.9	2.0	2.0	150	139.47	137.74	139.32	137.59	1.76	1.81
116	PVS-100	PVS-99	139.4	138.25	81.7	1.4	1.7	150	137.71	136.32	137.56	136.17	1.84	2.08
117	PVS-99	PVS-98	138.25	136.91	81.9	1.6	1.9	150	136.29	134.72	136.14	134.57	2.11	2.34
118	PVS-98	PVS-97	136.91	135.19	74.9	2.3	0.9	150	134.69	133.99	134.54	133.84	2.37	1.35
119	PVS-97	PVS-96	135.19	134.16	52.4	2.0	1.9	150	133.97	132.96	133.82	132.81	1.37	1.35
120	PVS-96	PVS-95	134.16	133.85	60.1	0.5	1.5	150	132.93	132.05	132.78	131.9	1.38	1.95
121	PVS-95	PVS-94	133.85	133.26	83.5	0.7	0.5	200	132.07	131.65	131.87	131.45	1.98	1.81
122	PVS-94	PVS-93	133.26	131.55	87.2	2.0	1.5	200	131.62	130.35	131.42	130.15	1.84	1.4

SUBCOLECTORA 79-91

123	PVS-79	PVS-80	144.89	143.75	88.1	1.3	2.1	150	143.69	141.83	143.54	141.68	1.35	2.07
124	PVS-80	PVS-81	143.75	143.44	28.1	1.1	1.7	150	141.8	141.32	141.65	141.17	2.1	2.27
125	PVS-81	PVS-82	143.44	143.12	87.8	0.4	1.6	150	141.29	139.9	141.14	139.75	2.3	3.37
126	PVS-82	PVS-83	143.12	142.03	88	1.2	1.2	150	139.87	138.83	139.72	138.68	3.4	3.35
127	PVS-83	PVS-84	142.03	140.45	90.6	1.7	1.3	150	138.8	137.64	138.65	137.49	3.38	2.96
128	PVS-84	PVS-85	140.45	138.81	85.4	1.9	0.7	150	137.61	137.04	137.46	136.89	2.99	1.92
129	PVS-85	PVS-86	138.81	137.62	80.6	1.5	1.4	150	137.01	135.9	136.86	135.75	1.95	1.87
130	PVS-86	PVS-87	137.62	136.4	80.9	1.5	1.6	150	135.87	134.55	135.72	134.4	1.9	2
131	PVS-87	PVS-88	136.4	134.84	77.7	2.0	3.8	150	134.52	131.57	134.37	131.42	2.03	3.42
132	PVS-88	PVS-89	134.84	133.94	53.9	1.7	0.5	150	131.55	131.27	131.4	131.12	3.44	2.82
133	PVS-89	PVS-90	133.94	133.52	61.6	0.7	0.5	150	131.25	130.94	131.1	130.79	2.84	2.73
134	PVS-90	PVS-91	133.52	132.42	83.8	1.3	1.0	150	130.91	130.07	130.76	129.92	2.76	2.5

SUBCOLECTORA 45-58

135	PVS-45	PVS-46	140.71	140.12	93	0.6	0.8	150	139.25	138.5	139.1	138.35	1.61	1.77
136	PVS-46	PVS-48	140.12	138.87	91.4	1.4	2.6	150	138.47	136.12	138.32	135.97	1.8	2.9
137	PVS-48	PVS-49	138.87	138.3	87.7	0.6	0.6	150	136.09	135.52	135.94	135.37	2.93	2.93
138	PVS-49	PVS-50	138.3	137.45	76.8	1.1	2.0	150	135.49	133.94	135.34	133.79	2.96	3.66
139	PVS-50	PVS-51	137.45	136.48	79	1.2	0.9	150	133.91	133.23	133.76	133.08	3.69	3.4
140	PVS-51	PVS-53	136.48	135.14	86.7	1.5	1.0	150	133.2	132.35	133.05	132.2	3.43	2.94
141	PVS-53	PVS-55	135.14	133.8	60.4	2.2	0.5	150	132.32	132.02	132.17	131.87	2.97	1.93
142	PVS-55	PVS-56	133.8	132.43	64.3	2.1	2.7	150	131.99	130.25	131.84	130.1	1.96	2.33
143	PVS-56	PVS-58	132.43	131.26	82.8	1.4	0.9	150	130.23	129.51	130.08	129.36	2.35	1.9

SUBCOLECTORA 45-36

144	PVS-45	PVS-44	140.71	140.9	96.8	-0.2	1.3	150	139.51	138.29	139.36	138.14	1.35	2.76
145	PVS-44	PVS-43	140.9	140.74	90.5	0.2	0.9	150	138.26	137.46	138.11	137.31	2.79	3.43
146	PVS-43	PVS-42	140.74	140.35	80.7	0.5	0.7	150	137.43	136.87	137.28	136.72	3.46	3.63
147	PVS-42	PVS-41	140.35	139.47	37.7	2.3	0.6	150	136.84	136.6	136.69	136.45	3.66	3.02
148	PVS-41	PVS-40	139.47	137.89	97.4	1.6	0.7	150	136.57	135.89	136.42	135.74	3.05	2.15
149	PVS-40	PVS-26	137.89	137.34	82.7	0.7	0.5	150	135.86	135.45	135.71	135.3	2.18	2.04
150	PVS-26	PVS-27	137.34	136.53	76.2	1.1	0.6	150	135.42	135	135.27	134.85	2.07	1.68
151	PVS-27	PVS-30	136.53	135.45	80.3	1.3	2.1	150	134.97	133.32	134.82	133.17	1.71	2.28
152	PVS-30	PVS-33	135.45	133.61	88.7	2.1	1.7	150	133.29	131.82	133.14	131.67	2.31	1.94
153	PVS-33	PVS-34	133.61	132.13	53.8	2.8	1.6	150	131.79	130.93	131.64	130.78	1.97	1.35
154	PVS-34	PVS-35	132.13	130.37	83.7	2.1	2.1	150	130.9	129.17	130.75	129.02	1.38	1.35
155	PVS-35	PVS-36	130.37	129.04	89.8	1.5	1.8	150	129.14	127.49	128.99	127.34	1.38	1.7

SUBCOLECTORA 20-15

156	PVS-20	PVS-19	132.5	131.23	72.3	1.8	0.5	150	128.96	128.57	128.81	128.42	3.69	2.81
157	PVS-19	PVS-18	131.23	129.71	86	1.8	0.5	150	128.54	128.11	128.39	127.96	2.84	1.75
158	PVS-18	PVS-17	129.71	129.25	95.2	0.5	1.3	150	128.08	126.83	127.93	126.68	1.78	2.57
159	PVS-17	PVS-13	129.25	129.23	75.6	0.0	0.5	150	126.8	126.42	126.65	126.27	2.6	2.96
160	PVS-13	PVS-14	129.23	129.09	47.7	0.3	0.5	150	126.39	126.16	126.24	126.01	2.99	3.08



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
161	PVS-14	PVS-15	129.09	128.21	62	1.4	0.5	150	126.13	125.82	125.98	125.67	3.11	2.54

SUBCOLECTORA 13-7

162	PVS-13	PVS-12	129.23	129.32	74.1	-0.1	2.4	150	128.03	126.24	127.88	126.09	1.35	3.23
163	PVS-12	PVS-11	129.32	128.84	52.6	0.9	1.5	150	126.21	125.42	126.06	125.27	3.26	3.57
164	PVS-11	PVS-10	128.84	127.71	64.1	1.8	1.0	150	125.39	124.72	125.24	124.57	3.6	3.14
165	PVS-10	PVS-7	127.71	126.94	41.1	1.9	1.6	150	124.69	124.04	124.54	123.89	3.17	3.05

SUBCOLECTORA 9-3

166	PVS-9	PVS-8	128.34	127.32	94.6	1.1	1.6	150	127.14	125.63	126.99	125.48	1.35	1.84
167	PVS-8	PVS-7	127.32	126.94	57.7	0.7	2.7	150	125.6	124.04	125.45	123.89	1.87	3.05
168	PVS-7	PVS-6	126.94	126.85	12.7	0.7	3.9	150	124.01	123.52	123.86	123.37	3.08	3.48
169	PVS-6	PVS-3	126.85	125.6	63.8	2.0	0.5	150	123.49	123.17	123.34	123.02	3.51	2.58

SUBCOLECTORA 199-183

170	PVS-199	PVS-198	152.73	151.7	46.6	2.2	3.5	150	151.53	149.91	151.38	149.76	1.35	1.94
171	PVS-198	PVS-196	151.7	150.15	61.6	2.5	2.8	150	149.88	148.13	149.73	147.98	1.97	2.17
172	PVS-196	PVS-194	150.15	147.44	81.4	3.3	2.9	150	148.1	145.75	147.95	145.6	2.2	1.84
173	PVS-194	PVS-193	147.44	144.54	98.8	2.9	2.4	150	145.72	143.34	145.57	143.19	1.87	1.35
174	PVS-193	PVS-192	144.54	143.42	77.9	1.4	1.7	150	143.31	142	143.16	141.85	1.38	1.57
175	PVS-192	PVS-191	143.42	142.79	72.2	0.9	0.9	150	142	141.37	141.85	141.22	1.57	1.57
176	PVS-191	PVS-190	142.79	141.89	80.2	1.1	1.1	150	141.34	140.44	141.19	140.29	1.6	1.6
177	PVS-190	PVS-189	141.89	140.44	79	1.8	1.5	150	140.41	139.24	140.26	139.09	1.63	1.35
178	PVS-189	PVS-183	140.44	139.42	70	1.5	1.6	150	139.21	138.12	139.06	137.97	1.38	1.45

SUBCOLECTORA 249-210

179	PVS-249	PVS-248	155.48	154.27	53.6	2.3	4.3	150	154.28	151.96	154.13	151.81	1.35	2.46
180	PVS-248	PVS-247	154.27	153.45	32.5	2.5	1.7	150	151.93	151.38	151.78	151.23	2.49	2.22
181	PVS-247	PVS-246	153.45	152.3	58.5	2.0	0.6	150	151.35	151	151.2	150.85	2.25	1.45
182	PVS-246	PVS-245	152.3	150.43	94.2	2.0	2.5	150	150.97	148.61	150.82	148.46	1.48	1.97
183	PVS-245	PVS-244	150.43	149.58	50.3	1.7	1.6	150	148.58	147.76	148.43	147.61	2	1.97
184	PVS-244	PVS-243	149.58	149.02	52	1.1	2.2	150	147.73	146.61	147.58	146.46	2	2.56
185	PVS-243	PVS-242	149.02	147.83	83.1	1.4	0.5	150	146.59	146.17	146.44	146.02	2.58	1.81
186	PVS-242	PVS-210	147.83	146.31	93	1.6	1.2	150	146.14	145.06	145.99	144.91	1.84	1.4

SUBCOLECTORA 273-242

187	PVS-273	PVS-274	162.41	160.34	99.5	2.1	2.1	150	161.21	159.12	161.06	158.97	1.35	1.37
188	PVS-274	PVS-275	160.34	157.32	95	3.2	3.3	150	159.09	156	158.94	155.85	1.4	1.47
189	PVS-275	PVS-276	157.32	155.5	79.5	2.3	2.1	150	155.97	154.28	155.82	154.13	1.5	1.37
190	PVS-276	PVS-277	155.5	154.97	30.6	1.7	1.7	150	154.25	153.72	154.1	153.57	1.4	1.4
191	PVS-277	PVS-279	154.97	152.65	95	2.4	1.2	150	152.59	151.45	152.44	151.3	2.53	1.35
192	PVS-279	PVS-280	152.65	150.18	95	2.6	2.6	150	151.42	148.98	151.27	148.83	1.38	1.35
193	PVS-280	PVS-281	150.18	148.94	95	1.3	1.3	150	148.95	147.74	148.8	147.59	1.38	1.35
194	PVS-281	PVS-282	148.94	148.05	53.8	1.7	1.6	150	147.71	146.85	147.56	146.7	1.38	1.35
195	PVS-282	PVS-242	148.05	147.83	60.8	0.4	1.1	150	146.82	146.17	146.67	146.02	1.38	1.81

SUBCOLECTORA 268-243

196	PVS-268	PVS-267	161.85	160.2	65.3	2.5	2.5	150	160.65	159	160.5	158.85	1.35	1.35
197	PVS-267	PVS-266	160.2	158.77	50.7	2.8	3.3	150	158.97	157.31	158.82	157.16	1.38	1.61
198	PVS-266	PVS-263	158.77	157.08	56.4	3.0	2.5	150	157.28	155.88	157.13	155.73	1.64	1.35
199	PVS-263	PVS-262	157.08	155.97	57	1.9	1.9	150	155.85	154.77	155.7	154.62	1.38	1.35
200	PVS-262	PVS-260	155.97	154.45	65.9	2.3	2.3	150	154.74	153.22	154.59	153.07	1.38	1.38
201	PVS-260	PVS-259	154.45	152.81	67.9	2.4	2.4	150	152.1	150.49	151.95	150.34	2.5	2.47
202	PVS-259	PVS-258	152.81	150.44	98	2.4	1.9	150	150.46	148.62	150.31	148.47	2.5	1.97
203	PVS-258	PVS-243	150.44	149.02	95.5	1.5	1.5	150	148.59	147.17	148.44	147.02	2	2

SUBCOLECTORA 269-246

204	PVS-269	PVS-265	160.65	158.59	68.2	3.0	3.0	150	159.45	157.39	159.3	157.24	1.35	1.35
205	PVS-265	PVS-264	158.59	157.03	52.1	3.0	4.9	150	156.24	153.67	156.09	153.52	2.5	3.51
206	PVS-264	PVS-254	157.03	155.54	67.4	2.2	1.0	150	153.64	152.97	153.49	152.82	3.54	2.72
207	PVS-254	PVS-255	155.54	153.5	89.9	2.3	0.7	150	152.94	152.27	152.79	152.12	2.75	1.38
208	PVS-255	PVS-256	153.5	152.67	41.3	2.0	1.9	150	152.24	151.47	152.09	151.32	1.41	1.35
209	PVS-256	PVS-246	152.67	152.3	47.3	0.8	0.9	150	151.44	151	151.29	150.85	1.38	1.45



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
									A ARR	A ABA	A ARR	A ABA		
SUBCOLECTORA 270-247														
210	PVS-270	PVS-272	159.37	156.44	96	3.1	3.8	150	158.17	154.49	158.02	154.34	1.35	2.1
211	PVS-272	PVS-252	156.44	156.07	25.2	1.5	5.0	150	154.46	153.19	154.31	153.04	2.13	3.03
212	PVS-252	PVS-253	156.07	153.9	82.1	2.6	0.9	150	153.16	152.39	153.01	152.24	3.06	1.66
213	PVS-253	PVS-247	153.9	153.45	41.3	1.1	2.4	150	152.36	151.38	152.21	151.23	1.69	2.22
SUBCOLECTORA 236-241														
214	PVS-236	PVS-238	144.31	142.35	78.7	2.5	3.0	150	143.11	140.73	142.96	140.58	1.35	1.77
215	PVS-238	PVS-239	142.35	141.7	40.3	1.6	1.6	150	140.7	140.05	140.55	139.9	1.8	1.8
216	PVS-239	PVS-240	141.7	140.91	67.6	1.2	1.1	150	139.35	138.59	139.2	138.44	2.5	2.47
217	PVS-240	PVS-241	140.91	139.7	49	2.5	1.2	150	138.56	137.98	138.41	137.83	2.5	1.87
SUBCOLECTORA 233-229														
218	PVS-233	PVS-232	144.73	142.8	83.1	2.3	3.0	150	143.53	141.04	143.38	140.89	1.35	1.91
219	PVS-232	PVS-231	142.8	142.03	44.5	1.7	2.2	150	141.01	140.02	140.86	139.87	1.94	2.16
220	PVS-231	PVS-230	142.03	141.23	49.1	1.6	1.8	150	139.99	139.12	139.84	138.97	2.19	2.26
221	PVS-230	PVS-229	141.23	139.77	59.5	2.5	2.4	150	139.09	137.65	138.94	137.5	2.29	2.27
SUBCOLECTORA 231-218														
222	PVS-231	PVS-227	142.03	141.78	69	0.4	2.0	150	140.83	139.46	140.68	139.31	1.35	2.47
223	PVS-227	PVS-223	141.78	141.4	43.1	0.9	1.3	150	139.43	138.88	139.28	138.73	2.5	2.67
224	PVS-223	PVS-220	141.4	140.94	53.6	0.9	1.4	150	138.85	138.12	138.7	137.97	2.7	2.97
225	PVS-220	PVS-218	140.94	140.48	52.3	0.9	0.8	150	138.09	137.66	137.94	137.51	3	2.97
SUBCOLECTORA 233-212														
226	PVS-233	PVS-234	144.73	144.64	96.8	0.1	2.8	150	143.53	140.79	143.38	140.64	1.35	4
227	PVS-234	PVS-235	144.64	144.32	73	0.4	1.4	150	140.76	139.75	140.61	139.6	4.03	4.72
228	PVS-235	PVS-212	144.32	143.7	47.6	1.3	1.2	150	139.72	139.15	139.57	139	4.75	4.7
SUBCOLECTORA 204-176														
229	PVS-204	PVS-199	154.25	152.73	69.9	2.2	2.5	150	153.05	151.31	152.9	151.16	1.35	1.57
230	PVS-199	PVS-200	152.73	151.27	62.3	2.3	1.9	150	151.28	150.07	151.13	149.92	1.6	1.35
231	PVS-200	PVS-201	151.27	150.77	25.2	2.0	1.9	150	150.04	149.57	149.89	149.42	1.38	1.35
232	PVS-201	PVS-176	150.77	149.16	65.9	2.4	3.4	150	149.54	147.3	149.39	147.15	1.38	2.01
SUBCOLECTORA 147-108														
233	PVS-147	PVS-146	153.88	153.06	63.2	1.3	1.3	150	152.68	151.86	152.53	151.71	1.35	1.35
234	PVS-146	PVS-145	153.06	151.35	81	2.1	2.1	150	151.84	150.15	151.69	150	1.37	1.35
235	PVS-145	PVS-142	151.35	151.24	45.8	0.2	0.7	150	150.12	149.8	149.97	149.65	1.38	1.59
236	PVS-142	PVS-139	151.24	150.63	42.3	1.4	0.8	150	149.77	149.43	149.62	149.28	1.62	1.35
237	PVS-139	PVS-108	150.63	148.84	58.7	3.0	3.3	150	149.4	147.47	149.25	147.32	1.38	1.52
SUB-SUBCOLECTORAS														
SUB-SUBCOLECTORA 26-20														
238	PVS-26	PVS-23	137.33	136.16	65.6	1.8	2.8	150	136.13	134.31	135.98	134.16	1.35	2
239	PVS-23	PVS-22	136.16	134.89	63.6	2.0	1.0	150	130.86	130.23	130.71	130.08	5.45	4.81
240	PVS-22	PVS-21	134.89	134.14	60	1.3	0.8	150	130.2	129.72	130.05	129.57	4.84	4.57
241	PVS-21	PVS-20	134.14	132.5	99.2	1.7	0.7	150	129.7	128.99	129.55	128.84	4.59	3.66
SUB-SUBCOLECTORA 27-19														
242	PVS-27	PVS-28	136.53	134.55	93.5	2.1	2.1	150	135.33	133.35	135.18	133.2	1.35	1.35
243	PVS-28	PVS-29	134.55	132.69	93.6	2.0	2.0	150	133.32	131.49	133.17	131.34	1.38	1.35
244	PVS-29	PVS-19	132.69	131.23	98.3	1.5	1.5	150	131.46	130.03	131.31	129.88	1.38	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 30-18														
245	PVS-30	PVS-31	135.45	133.11	96.1	2.4	2.4	150	134.25	131.91	134.1	131.76	1.35	1.35
246	PVS-31	PVS-32	133.11	131.05	96.5	2.1	2.1	150	131.88	129.85	131.73	129.7	1.38	1.35
247	PVS-32	PVS-18	131.05	129.71	98.7	1.4	1.4	150	129.82	128.46	129.67	128.31	1.38	1.4
SUB-SUBCOLECTORA 33-17														
248	PVS-33	PVS-285	133.61	131.59	81.5	2.5	2.7	150	132.41	130.18	132.26	130.03	1.35	1.56
249	PVS-285	PVS-284	131.59	130.46	50.1	2.3	1.8	150	130.15	129.26	130	129.11	1.59	1.35
250	PVS-284	PVS-283	130.46	129.53	96	1.0	1.6	150	129.23	127.73	129.08	127.58	1.38	1.95
251	PVS-283	PVS-17	129.53	129.25	81.9	0.3	1.1	150	127.7	126.83	127.55	126.68	1.98	2.57





TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA					CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
									A ARR	A ABA	A ARR	A ABA		
SUB-SUBCOLECTORA 25-23														
252	PVS-25	PVS-24	135.78	135.32	96	0.5	2.2	150	134.59	132.5	134.44	132.35	1.34	2.97
253	PVS-24	PVS-23	135.32	136.16	97.8	-0.9	1.6	150	132.47	130.89	132.32	130.74	3	5.42
SUB-SUBCOLECTORA 256-245														
254	PVS-256	PVS-257	152.67	151.28	85.1	1.6	2.1	150	151.46	149.66	151.31	149.51	1.36	1.77
255	PVS-257	PVS-245	151.28	150.43	69.7	1.2	1.5	150	149.63	148.61	149.48	148.46	1.8	1.97
SUB-SUBCOLECTORA 203-201														
256	PVS-203	PVS-202	153.97	152.33	85.3	1.9	2.2	150	152.77	150.91	152.62	150.76	1.35	1.57
257	PVS-202	PVS-201	152.33	150.77	67.7	2.3	1.9	150	150.88	149.57	150.73	149.42	1.6	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 144-142														
258	PVS-144	PVS-143	153.85	153.09	59.1	1.3	1.6	150	152.65	151.69	152.5	151.54	1.35	1.55
259	PVS-143	PVS-142	153.09	151.24	76.1	2.4	2.4	150	151.66	149.8	151.51	149.65	1.58	1.59
SUB-SUBCOLECTORA 141-139														
260	PVS-141	PVS-140	153.09	151.88	63.3	1.9	1.9	150	151.89	150.68	151.74	150.53	1.35	1.35
261	PVS-140	PVS-139	151.88	150.63	62.9	2.0	1.9	150	150.65	149.43	150.5	149.28	1.38	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 137-109														
262	PVS-137	PVS-138	150.78	150.09	58	1.2	1.4	150	149.58	148.75	149.43	148.6	1.35	1.49
263	PVS-138	PVS-109	150.09	148.23	79.9	2.3	2.1	150	148.73	147.03	148.58	146.88	1.51	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 136-110														
264	PVS-136	PVS-134	151.66	149.34	77.3	3.0	3.0	150	150.46	148.14	150.31	147.99	1.35	1.35
265	PVS-134	PVS-135	149.34	148.24	61.3	1.8	1.7	150	148.11	147.04	147.96	146.89	1.38	1.35
266	PVS-135	PVS-110	148.24	147.08	77.6	1.5	1.5	150	147.01	145.88	146.86	145.73	1.38	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 132-111														
267	PVS-132	PVS-133	148.85	147.28	52.4	3.0	3.0	150	147.65	146.08	147.5	145.93	1.35	1.35
268	PVS-133	PVS-111	147.28	145.9	95.2	1.4	1.4	150	146.05	144.7	145.9	144.55	1.38	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 74-45														
269	PVS-74	PVS-75	142.16	141.34	55	1.5	1.8	150	140.96	139.95	140.81	139.8	1.35	1.54
270	PVS-75	PVS-45	141.34	140.71	63.9	1.0	1.0	150	139.92	139.28	139.77	139.13	1.57	1.58
SUB-SUBCOLECTORA 15-10														
271	PVS-15	PVS-16	128.21	127.66	70.8	0.8	0.5	150	125.79	125.43	125.64	125.28	2.57	2.38
272	PVS-16	PVS-10	127.66	127.71	61.3	-0.1	1.1	150	125.41	124.72	125.26	124.57	2.4	3.14
SUB-SUBCOLECTORA 4-6														
273	PVS-4	PVS-5	127.29	126.73	95.5	0.6	1.9	150	126.09	124.25	125.94	124.1	1.35	2.63
274	PVS-5	PVS-6	126.73	126.85	52.3	-0.2	1.3	150	124.22	123.52	124.07	123.37	2.66	3.48
SUB-SUBCOLECTORA 214-216														
275	PVS-214	PVS-215	140.47	139.92	36.9	1.5	2.8	150	139.27	138.25	139.12	138.1	1.35	1.82
276	PVS-215	PVS-216	139.92	138.88	89.6	1.2	2.5	150	138.23	135.97	138.08	135.82	1.84	3.06
SUB-SUBCOLECTORA 188-186														
277	PVS-188	PVS-187	139.97	139.34	39.4	1.6	2.3	150	138.77	137.85	138.62	137.7	1.35	1.64
278	PVS-187	PVS-186	139.34	137.99	89.2	1.5	1.3	150	137.82	136.64	137.67	136.49	1.67	1.5
SUB-SUBCOLECTORA 46-41														
279	PVS-46	PVS-47	140.12	139.62	62	0.8	1.6	150	138.92	137.91	138.77	137.76	1.35	1.86
280	PVS-47	PVS-41	139.62	139.47	55.4	0.3	2.3	150	137.89	136.6	137.74	136.45	1.88	3.02
SUB-SUBCOLECTORA 72-46														
281	PVS-72	PVS-73	141.42	140.92	52.6	1.0	1.5	150	140.22	139.42	140.07	139.27	1.35	1.65
282	PVS-73	PVS-46	140.92	140.12	68.2	1.2	1.3	150	139.4	138.5	139.25	138.35	1.67	1.77
SUB-SUBCOLECTORA 196-177														
283	PVS-196	PVS-197	150.15	148.61	74.6	2.1	3.2	150	148.95	146.58	148.8	146.43	1.35	2.18



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
284	PVS-197	PVS-177	148.61	146.86	63.1	2.8	2.1	150	146.55	145.24	146.4	145.09	2.21	1.77
SUB-SUBCOLECTORA 194-178														
285	PVS-194	PVS-195	147.44	145.75	67.3	2.5	3.1	150	146.24	144.13	146.09	143.98	1.35	1.77
286	PVS-195	PVS-178	145.75	144.92	55.8	1.5	1.8	150	144.1	143.1	143.95	142.95	1.8	1.97
SUB-SUBCOLECTORA 150-114														
287	PVS-150	PVS-131	142.66	142.32	55.2	0.6	2.3	150	141.46	140.17	141.31	140.02	1.35	2.3
288	PVS-131	PVS-114	142.32	141.96	62.7	0.6	1.4	150	140.15	139.3	140	139.15	2.32	2.81
SUB-SUBCOLECTORA 70-48														
289	PVS-70	PVS-71	140.51	139.84	58	1.2	3.9	150	139.32	137.05	139.17	136.9	1.34	2.94
290	PVS-71	PVS-48	139.84	138.87	63	1.5	1.4	150	137.02	136.12	136.87	135.97	2.97	2.9
SUB-SUBCOLECTORA 68-49														
291	PVS-68	PVS-69	138.85	138.65	62.1	0.3	2.3	150	137.65	136.22	137.5	136.07	1.35	2.58
292	PVS-69	PVS-49	138.65	138.3	56.9	0.6	1.2	150	136.2	135.52	136.05	135.37	2.6	2.93
SUB-SUBCOLECTORA 152-116														
293	PVS-152	PVS-129	142	141.09	68.6	1.3	1.4	150	140.8	139.87	140.65	139.72	1.35	1.37
294	PVS-129	PVS-116	141.09	139.66	64.6	2.2	2.4	150	139.85	138.31	139.7	138.16	1.39	1.5
SUB-SUBCOLECTORA 67-50														
295	PVS-67	PVS-284	137.48	137.46	66.2	0.0	2.3	150	136.29	134.76	136.14	134.61	1.34	2.85
296	PVS-284	PVS-50	137.46	137.45	53.3	0.0	1.5	150	134.73	133.94	134.58	133.79	2.88	3.66
SUB-SUBCOLECTORA 51-30														
297	PVS-51	PVS-52	136.48	136.35	60	0.2	2.0	150	135.29	134.06	135.14	133.91	1.34	2.44
298	PVS-52	PVS-30	136.35	135.45	53.4	1.7	1.3	150	134.03	133.32	133.88	133.17	2.47	2.28
SUB-SUBCOLECTORA 65-51														
299	PVS-65	PVS-66	136.37	136.45	62.8	-0.1	2.1	150	135.18	133.89	135.03	133.74	1.34	2.71
300	PVS-66	PVS-51	136.45	136.48	53.1	-0.1	1.2	150	133.86	133.23	133.71	133.08	2.74	3.4
SUB-SUBCOLECTORA 153-117														
301	PVS-153	PVS-128	141.11	139.81	70.3	1.8	3.1	150	139.91	137.75	139.76	137.6	1.35	2.21
302	PVS-128	PVS-117	139.81	138.16	70.3	2.3	1.6	150	137.72	136.57	137.57	136.42	2.24	1.74
SUB-SUBCOLECTORA 155-97														
303	PVS-155	PVS-127	138.84	137.72	66.6	1.7	2.6	150	137.64	135.9	137.49	135.75	1.35	1.97
304	PVS-127	PVS-118	137.72	136.38	75.3	1.8	1.1	150	135.87	135.07	135.72	134.92	2	1.46
305	PVS-118	PVS-97	136.38	135.19	84.7	1.4	1.2	150	135.04	133.99	134.89	133.84	1.49	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 53-33														
306	PVS-53	PVS-54	135.14	134.84	69.6	0.4	2.0	150	133.94	132.52	133.79	132.37	1.35	2.47
307	PVS-54	PVS-33	134.84	133.61	63.7	1.9	1.1	150	132.49	131.82	132.34	131.67	2.5	1.94
SUB-SUBCOLECTORA 226-213														
308	PVS-226	PVS-225	143.53	143.04	48.4	1.0	1.5	150	142.34	141.62	142.19	141.47	1.34	1.57
309	PVS-225	PVS-213	143.04	142.27	55.8	1.4	3.0	150	141.59	139.92	141.44	139.77	1.6	2.5
SUB-SUBCOLECTORA 61-56														
310	PVS-61	PVS-62	133.24	132.83	62.3	0.7	1.8	150	132.04	130.89	131.89	130.74	1.35	2.09
311	PVS-62	PVS-56	132.83	132.43	54.9	0.7	1.1	150	130.86	130.25	130.71	130.1	2.12	2.33
SUB-SUBCOLECTORA 56-35														
312	PVS-56	PVS-57	132.43	131.59	74.8	1.1	1.6	150	131.23	130.03	131.08	129.88	1.35	1.71
313	PVS-57	PVS-35	131.59	130.37	77	1.6	1.1	150	130.01	129.17	129.86	129.02	1.73	1.35
SUB-SUBCOLECTORA 151-115														
314	PVS-151	PVS-130	141.87	141.57	64.4	0.5	1.7	150	140.67	139.55	140.52	139.4	1.35	2.17
315	PVS-130	PVS-115	141.57	140.79	60	1.3	1.3	150	139.52	138.74	139.37	138.59	2.2	2.2



INTERCONEXIONES ENTRE COLECTORES														
TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)	PEND. (%)	DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(mm)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
									A ARR	A ABA	A ARR	A ABA		
316	PVS-266	PVS-265	158.77	158.59	62	0.3	2.1	150	157.57	156.27	157.42	156.12	1.35	2.47
317	PVS-263	PVS-264	157.08	157.03	61.6	0.1	3.6	150	155.88	153.67	155.73	153.52	1.35	3.51
318	PVS-252	PVS-254	156.07	155.54	66.2	0.8	2.9	150	154.88	152.97	154.73	152.82	1.34	2.72
319	PVS-251	PVS-252	157.18	156.07	93	1.2	3.0	150	155.98	153.19	155.83	153.04	1.35	3.03
320	PVS-278	PVS-277	155.23	154.97	48.9	0.5	2.9	150	154.03	152.62	153.88	152.47	1.35	2.5
321	PVS-261	PVS-260	154.94	154.45	65.4	0.7	2.5	150	153.75	152.13	153.6	151.98	1.34	2.47
322	PVS-255	PVS-259	153.5	152.81	90.3	0.8	2.0	150	152.3	150.49	152.15	150.34	1.35	2.47
323	PVS-250	PVS-248	156.22	154.27	89.5	2.2	3.4	150	155.02	151.96	154.87	151.81	1.35	2.46
324	PVS-247	PVS-206	153.45	152.83	98	0.6	3.2	150	152.25	149.14	152.1	148.99	1.35	3.84
325	PVS-246	PVS-207	152.3	151.35	97.5	1.0	3.5	150	151.1	147.71	150.95	147.56	1.35	3.79
326	PVS-207	PVS-196	151.35	150.15	77.6	1.5	2.6	150	150.15	148.13	150	147.98	1.35	2.17

327	PVS-202	PVS-175	152.33	150.86	69.7	2.1	3.3	150	151.13	148.84	150.98	148.69	1.35	2.17
328	PVS-175	PVS-170	150.86	149.48	63.8	2.2	2.4	150	149.66	148.13	149.51	147.98	1.35	1.5
329	PVS-176	PVS-169	149.16	147.13	86.4	2.3	2.8	150	147.96	145.57	147.81	145.42	1.35	1.71
330	PVS-169	PVS-148	147.13	145.62	77.3	2.0	2.2	150	145.93	144.25	145.78	144.1	1.35	1.52
331	PVS-148	PVS-112	145.62	144.43	97	1.2	1.4	150	144.42	143.11	144.27	142.96	1.35	1.47
332	PVS-112	PVS-103	144.43	143.57	79.5	1.1	1.9	150	143.23	141.74	143.08	141.59	1.35	1.98
333	PVS-103	PVS-82	143.57	143.12	79.7	0.6	3.1	150	142.37	139.9	142.22	139.75	1.35	3.37
334	PVS-82	PVS-74	143.12	142.16	87.1	1.1	2.6	150	141.92	139.69	141.77	139.54	1.35	2.62
335	PVS-104	PVS-81	144.26	143.44	42.8	1.9	3.8	150	143.06	141.42	142.91	141.27	1.35	2.17
336	PVS-177	PVS-168	146.86	145.03	76.7	2.4	3.2	150	145.66	143.21	145.51	143.06	1.35	1.97
337	PVS-168	PVS-149	145.03	143.81	77.1	1.6	1.8	150	143.83	142.44	143.68	142.29	1.35	1.52
338	PVS-149	PVS-113	143.81	143.16	98	0.7	1.2	150	142.61	141.43	142.46	141.28	1.35	1.88
339	PVS-113	PVS-102	143.16	142.71	78.2	0.6	1.8	150	141.97	140.54	141.82	140.39	1.34	2.32
340	PVS-102	PVS-83	142.71	142.03	82.1	0.8	3.3	150	141.51	138.83	141.36	138.68	1.35	3.35
341	PVS-83	PVS-72	142.03	141.42	85	0.7	1.9	150	140.83	139.22	140.68	139.07	1.35	2.35
342	PVS-178	PVS-167	144.92	143.46	79.4	1.8	2.6	150	143.72	141.64	143.57	141.49	1.35	1.97
343	PVS-167	PVS-150	143.46	142.66	75.5	1.1	1.5	150	142.26	141.11	142.11	140.96	1.35	1.7
344	PVS-114	PVS-101	141.96	141.08	77.4	1.1	1.6	150	140.76	139.5	140.61	139.35	1.35	1.73
345	PVS-101	PVS-84	141.08	140.45	82.3	0.8	2.7	150	139.88	137.64	139.73	137.49	1.35	2.96
346	PVS-84	PVS-70	140.45	140.51	84.6	-0.1	1.1	150	139.25	138.29	139.1	138.14	1.35	2.37
347	PVS-48	PVS-40	138.87	137.89	98.2	1.0	1.8	150	137.67	135.89	137.52	135.74	1.35	2.15
348	PVS-209	PVS-193	147.01	144.54	94.2	2.6	2.6	150	145.81	143.34	145.66	143.19	1.35	1.35
349	PVS-193	PVS-179	144.54	143.25	98.5	1.3	1.9	150	143.34	141.43	143.19	141.28	1.35	1.97
350	PVS-179	PVS-166	143.25	142.45	81.8	1.0	1.7	150	142.05	140.63	141.9	140.48	1.35	1.97
351	PVS-166	PVS-151	142.45	141.87	75.1	0.8	2.1	150	141.25	139.71	141.1	139.56	1.35	2.31
352	PVS-115	PVS-100	140.79	139.4	79.5	1.7	2.3	150	139.59	137.74	139.44	137.59	1.35	1.81
353	PVS-100	PVS-85	139.4	138.81	81.8	0.7	1.4	150	138.2	137.04	138.05	136.89	1.35	1.92
354	PVS-85	PVS-68	138.81	138.85	87.7	0.0	1.3	150	137.61	136.43	137.46	136.28	1.35	2.57
355	PVS-49	PVS-26	138.3	137.34	91.3	1.1	1.8	150	137.1	135.45	136.95	135.3	1.35	2.04
356	PVS-210	PVS-192	146.31	143.42	98.1	2.9	3.2	150	145.11	142	144.96	141.85	1.35	1.57
357	PVS-192	PVS-180	143.42	142.09	97.5	1.4	2.0	150	142.22	140.27	142.07	140.12	1.35	1.97
358	PVS-180	PVS-165	142.09	141.83	80.6	0.3	1.5	150	140.89	139.71	140.74	139.56	1.35	2.27
359	PVS-165	PVS-152	141.83	142	78.7	-0.2	1.7	150	140.63	139.28	140.48	139.13	1.35	2.87
360	PVS-116	PVS-99	139.66	138.25	78.5	1.8	2.7	150	138.46	136.32	138.31	136.17	1.35	2.08
361	PVS-99	PVS-86	138.25	137.62	81.1	0.8	1.4	150	137.05	135.9	136.9	135.75	1.35	1.87
362	PVS-86	PVS-67	137.62	137.48	84.9	0.2	1.8	150	136.42	134.89	136.27	134.74	1.35	2.74
363	PVS-50	PVS-27	137.45	136.53	99.2	0.9	1.3	150	136.25	135	136.1	134.85	1.35	1.68
364	PVS-211	PVS-191	145.27	142.79	99.7	2.5	2.7	150	144.07	141.37	143.92	141.22	1.35	1.57
365	PVS-191	PVS-181	142.79	141.53	88.4	1.4	1.9	150	141.59	139.87	141.44	139.72	1.35	1.81
366	PVS-181	PVS-164	141.53	141.43	81.8	0.1	1.4	150	140.34	139.16	140.19	139.01	1.34	2.42
367	PVS-164	PVS-153	141.43	141.11	77.2	0.4	2.5	150	140.23	138.29	140.08	138.14	1.35	2.97
368	PVS-117	PVS-98	138.16	136.91	82.1	1.5	2.7	150	136.96	134.72	136.81	134.57	1.35	2.34
369	PVS-98	PVS-87	136.91	136.4	81.4	0.6	1.4	150	135.71	134.55	135.56	134.4	1.35	2
370	PVS-87	PVS-65	136.4	136.37	86.3	0.0	1.6	150	135.2	133.82	135.05	133.67	1.35	2.7
371	PVS-212	PVS-190	143.7	141.89	99.2	1.8	2.1	150	142.5	140.44	142.35	140.29	1.35	1.6
372	PVS-190	PVS-182	141.89	140.79	75.3	1.5	1.6	150	140.69	139.46	140.54	139.31	1.35	1.48
373	PVS-182	PVS-163	140.79	140.15	82.7	0.8	1.4	150	139.59	138.41	139.44	138.26	1.35	1.89
374	PVS-163	PVS-154	140.15	139.26	77.3	1.2	2.3	150	138.95	137.17	138.8	137.02	1.35	2.24
375	PVS-128	PVS-127	139.81	137.72	72.3	2.9	3.7	150	138.61	135.9	138.46	135.75	1.35	1.97
376	PVS-97	PVS-88	135.19	134.84	78.6	0.4	3.1	150	133.99	131.57	133.84	131.42	1.35	3.42
377	PVS-88	PVS-64	134.84	135.04	86.5	-0.2	1.8	150	133.64	132.09	133.49	131.94	1.35	3.1



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PEND. (%)		DIÁM.	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.
378	PVS-64	PVS-53	135.04	135.14	98	-0.1	1.5	150	133.85	132.35	133.7	132.2	1.34	2.94
379	PVS-213	PVS-189	142.27	140.44	98.7	1.9	1.9	150	141.07	139.24	140.92	139.09	1.35	1.35
380	PVS-183	PVS-162	139.42	137.9	81.4	1.9	2.1	150	138.22	136.55	138.07	136.4	1.35	1.5
381	PVS-162	PVS-157	137.9	136.75	73.6	1.6	1.8	150	136.7	135.35	136.55	135.2	1.35	1.55
382	PVS-157	PVS-125	136.75	135.51	87.8	1.4	1.5	150	135.55	134.19	135.4	134.04	1.35	1.47
383	PVS-125	PVS-120	135.51	134.66	78.5	1.1	2.0	150	134.31	132.74	134.16	132.59	1.35	2.07
384	PVS-120	PVS-95	134.66	133.85	78	1.0	1.8	150	133.46	132.05	133.31	131.9	1.35	1.95
385	PVS-95	PVS-90	133.85	133.52	79.7	0.4	2.1	150	132.65	130.94	132.5	130.79	1.35	2.73
386	PVS-90	PVS-61	133.52	133.24	86.6	0.3	2.1	150	132.32	130.54	132.17	130.39	1.35	2.85
387	PVS-227	PVS-228	141.78	139.64	99.5	2.2	2.3	150	140.58	138.29	140.43	138.14	1.35	1.5
388	PVS-224	PVS-223	142.27	141.4	40.6	2.1	3.3	150	141.07	139.75	140.92	139.6	1.35	1.8
389	PVS-223	PVS-222	141.4	139.43	95.3	2.1	2.2	150	140.2	138.08	140.05	137.93	1.35	1.5
390	PVS-219	PVS-220	141.92	140.94	42.6	2.3	3.1	150	140.72	139.39	140.57	139.24	1.35	1.7
391	PVS-220	PVS-221	140.93	139.28	89.4	1.8	2.0	150	139.73	137.93	139.58	137.78	1.35	1.5
392	PVS-218	PVS-215	140.48	139.92	53.2	1.1	1.9	150	139.28	138.25	139.13	138.1	1.35	1.82
393	PVS-215	PVS-187	139.92	139.34	45.4	1.3	1.9	150	138.72	137.85	138.57	137.7	1.35	1.64
394	PVS-187	PVS-184	139.34	138.17	73.9	1.6	1.8	150	138.14	136.8	137.99	136.65	1.35	1.52
395	PVS-184	PVS-161	138.17	136.64	80.3	1.9	2.1	150	136.97	135.29	136.82	135.14	1.35	1.5
396	PVS-161	PVS-158	136.64	135.64	70.1	1.4	2.3	150	135.44	133.82	135.29	133.67	1.35	1.97
397	PVS-158	PVS-124	135.64	135.19	83.1	0.5	1.3	150	134.44	133.33	134.29	133.18	1.35	2.01
398	PVS-124	PVS-121	135.19	134.33	85.9	1.0	2.6	150	133.99	131.76	133.84	131.61	1.35	2.72
399	PVS-121	PVS-94	134.33	133.26	86.4	1.2	1.8	150	133.13	131.6	132.98	131.45	1.35	1.81
400	PVS-94	PVS-91	133.26	132.42	80.2	1.0	2.5	150	132.06	130.07	131.91	129.92	1.35	2.5
401	PVS-231	PVS-239	142.03	141.7	51.9	0.6	2.9	150	140.83	139.35	140.68	139.2	1.35	2.5

Tabla 3.3.2.2. Datos topográficos por tramo de tuberías.  
Fuente: Elaboración propia.



TABLA HIDRÁULICA PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN NANDAIME.

TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis. / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%

COLECTORA PRINCIPAL

1	PVS-1	0	123.51	122.08	83	1.7	0.53	0.4	151.55	197.098	1.57	1.73	0.769	1.103	0.659	0.264	65.9
2	PVS-2	PVS-1	124.59	123.51	63.5	1.7	0.5	0.4	151.55	191.438	1.52	1.69	0.792	1.109	0.665	0.266	66.5
3	PVS-3	PVS-2	125.6	124.59	69.1	1.5	0.5	0.4	151.55	191.438	1.52	1.69	0.792	1.109	0.665	0.266	66.5
4	PVS-39	PVS-3	126.42	125.6	75.8	1.1	1.21	0.375	145.06	250.722	2.27	2.36	0.579	1.040	0.63	0.236	63
5	PVS-38	PVS-39	126.96	126.42	61.4	0.9	0.99	0.375	144.94	226.787	2.05	2.18	0.639	1.062	0.646	0.242	64.6
6	PVS-37	PVS-38	127.83	126.96	61.6	1.4	1.14	0.375	144.82	243.362	2.20	2.3	0.595	1.044	0.635	0.238	63.5
7	PVS-36	PVS-37	129.04	127.83	57.1	2.1	0.5	0.375	144.68	161.170	1.46	1.65	0.898	1.131	0.715	0.268	71.5
8	PVS-59	PVS-36	129.92	129.04	81.2	1.1	0.51	0.375	139.03	162.774	1.47	1.65	0.854	1.120	0.697	0.261	69.7
9	PVS-58	PVS-59	131.26	129.92	91.4	1.5	0.5	0.375	138.89	161.170	1.46	1.64	0.862	1.124	0.697	0.261	69.7
10	PVS-60	PVS-58	131.6	131.26	98	0.3	0.5	0.375	133.11	161.170	1.46	1.63	0.826	1.117	0.68	0.255	68
11	PVS-91	PVS-60	132.42	131.6	84.6	1.0	0.5	0.375	95.68	161.170	1.46	1.52	0.594	1.042	0.622	0.233	62.2
12	PVS-92	PVS-91	130.33	132.42	84.5	-2.5	0.5	0.375	90.41	161.170	1.46	1.5	0.561	1.028	0.545	0.204	54.5
13	PVS-93	PVS-92	131.55	130.33	79.6	1.5	1.56	0.3	90.12	157.013	2.22	2.3	0.574	1.035	0.645	0.194	64.5
14	PVS-122	PVS-93	133.06	131.55	92.7	1.6	0.77	0.3	75.74	110.311	1.56	1.68	0.687	1.077	0.643	0.193	64.3
15	PVS-123	PVS-122	134.25	133.06	96.4	1.2	1.69	0.3	74.65	163.424	2.31	2.26	0.457	0.978	0.579	0.174	57.9
16	PVS-159	PVS-123	134.83	134.25	73.8	0.8	0.71	0.3	73.14	105.926	1.50	1.61	0.690	1.074	0.637	0.191	63.7
17	PVS-160	PVS-159	135.88	134.83	75.5	1.4	1.85	0.25	68.68	105.150	2.14	2.28	0.653	1.064	0.699	0.175	69.9
18	PVS-185	PVS-160	137.13	135.88	81.2	1.5	0.85	0.25	62.89	71.274	1.45	1.64	0.882	1.129	0.743	0.186	74.3
19	PVS-186	PVS-185	137.99	137.13	73.2	1.2	0.5	0.25	49.64	54.665	1.11	1.26	0.908	1.131	0.707	0.177	70.7
20	PVS-216	PVS-186	138.88	137.99	48.7	1.8	0.5	0.25	48.84	54.665	1.11	1.26	0.893	1.131	0.7	0.175	70
21	PVS-217	PVS-216	139.09	138.88	53.7	0.4	0.5	0.25	48.07	54.665	1.11	1.26	0.879	1.131	0.694	0.174	69.4
22	PVS-221	PVS-217	139.28	139.09	52.8	0.4	0.68	0.15	5.87	16.326	0.92	0.85	0.360	0.920	0.73	0.110	73
23	PVS-222	PVS-221	139.43	139.28	49.8	0.3	0.64	0.15	5.42	15.839	0.90	0.81	0.342	0.904	0.413	0.062	41.3
24	PVS-228	PVS-222	139.64	139.43	42.1	0.5	0.66	0.15	4.91	16.084	0.91	0.8	0.305	0.879	0.391	0.059	39.1
25	PVS-229	PVS-228	139.77	139.64	56	0.2	0.54	0.15	4.34	14.549	0.82	0.72	0.298	0.875	0.376	0.056	37.6
26	PVS-241	PVS-229	139.7	139.77	43.9	-0.2	0.68	0.15	1.25	16.326	0.92	0.55	0.077	0.595	0.193	0.029	19.3

SUBCOLECTORAS

SUBCOLECTORA 273-217

27	PVS-273	PVS-268	162.41	161.85	49	1.1	1.25	0.2	24.48	47.671	1.52	1.48	0.514	0.975	0.576	0.115	57.6
28	PVS-268	PVS-269	161.85	160.65	82.1	1.5	1.33	0.2	24.57	49.173	1.57	1.61	0.500	1.029	0.573	0.115	57.3
29	PVS-269	PVS-270	160.65	159.37	77.8	1.6	1.59	0.2	24.74	53.764	1.71	1.68	0.460	0.982	0.563	0.113	56.3
30	PVS-270	PVS-271	159.37	158.68	67.6	1.0	1.02	0.2	25.31	43.062	1.37	1.4	0.588	1.021	0.602	0.120	60.2
31	PVS-271	PVS-251	158.68	157.18	53.8	2.8	2.72	0.2	25.74	70.320	2.24	2.07	0.366	0.925	0.544	0.109	54.4
32	PVS-251	PVS-249	157.18	155.48	74.9	2.3	2.24	0.2	26.14	63.815	2.03	1.93	0.410	0.950	0.559	0.112	55.9
33	PVS-249	PVS-205	155.48	153.57	99.3	1.9	3.02	0.2	26.25	74.097	2.36	2.2	0.354	0.933	0.543	0.109	54.3
34	PVS-205	PVS-206	153.57	152.83	37.6	2.0	5	0.2	26.45	95.341	3.03	2.59	0.277	0.853	0.521	0.104	52.1
35	PVS-206	PVS-207	152.83	151.35	66.4	2.2	2.1	0.2	26.91	61.788	1.97	1.9	0.436	0.966	0.571	0.114	57.1
36	PVS-207	PVS-208	151.35	148.93	95	2.5	0.5	0.2	27.4	30.150	0.96	1.09	0.909	1.136	0.701	0.140	70.1
37	PVS-208	PVS-209	148.93	147.01	94	2.0	1.51	0.2	27.8	52.394	1.67	1.69	0.531	1.013	0.603	0.121	60.3
38	PVS-209	PVS-210	147.01	146.31	73.1	1.0	0.91	0.2	28.11	40.674	1.29	1.4	0.691	1.081	0.647	0.129	64.7
39	PVS-210	PVS-211	146.31	145.27	73.9	1.4	1.41	0.2	36.9	50.630	1.61	1.76	0.729	1.092	0.707	0.141	70.7
40	PVS-211	PVS-212	145.27	143.7	81.8	1.9	1.9	0.2	39.24	58.772	1.87	2	0.668	1.069	0.702	0.140	70.2
41	PVS-212	PVS-213	143.7	142.27	66	2.2	0.59	0.25	39.87	59.381	1.21	1.3	0.671	1.075	0.606	0.152	60.6
42	PVS-213	PVS-218	142.27	140.48	81.9	2.2	1.27	0.25	40.78	87.121	1.77	1.75	0.468	0.986	0.555	0.139	55.5
43	PVS-218	PVS-217	140.48	139.09	91.7	1.5	1.48	0.25	42.06	94.049	1.92	1.86	0.447	0.971	0.555	0.139	55.5

SUBCOLECTORA 78-60

44	PVS-78	PVS-77	142.75	141.68	72.5	1.5	1.5	0.2	33.15	52.221	1.66	1.76	0.635	1.059	0.663	0.133	66.3
45	PVS-77	PVS-76	141.68	141.88	56.5	-0.4	0.5	0.25	33.27	54.665	1.11	1.17	0.609	1.051	0.56	0.140	56
46	PVS-76	PVS-74	141.88	142.16	75.7	-0.4	0.5	0.25	33.5	54.665	1.11	1.17	0.613	1.051	0.562	0.141	56.2
47	PVS-74	PVS-72	142.16	141.42	87.3	0.8	0.5	0.25	33.84	54.665	1.11	1.17	0.619	1.051	0.565	0.141	56.5
48	PVS-72	PVS-70	141.42	140.51	92.7	1.0	0.98	0.25	34.38	76.531	1.56	1.52	0.449	0.975	0.523	0.131	52.3
49	PVS-70	PVS-68	140.51	138.85	85.7	1.9	2.14	0.25	34.95	113.092	2.30	2.03	0.309	0.881	0.484	0.121	48.4
50	PVS-68	PVS-67	138.85	137.48	79	1.7	1.91	0.25	35.43	106.841	2.18	1.95	0.332	0.896	0.493	0.123	49.3
51	PVS-67	PVS-65	137.48	136.37	79.8	1.4	1.3	0.25	35.8	88.144	1.80	1.71	0.406	0.952	0.517	0.129	51.7
52	PVS-65	PVS-64	136.37	135.04	81.7	1.6	2.09	0.25	36.15	111.763	2.28	2.03	0.323	0.892	0.494	0.124	49.4
53	PVS-64	PVS-63	135.04	133.97	57.4	1.9	0.51	0.25	36.49	55.209	1.12	1.2	0.661	1.067	0.589	0.147	58.9
54	PVS-63	PVS-61	133.97	133.24	60.3	1.2	1.99	0.25	36.66	109.056	2.22	2	0.336	0.900	0.5	0.125	50





TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%
55	PVS-61	PVS-60	133.24	131.6	87	1.9	2.85	0.25	37	130.511	2.66	2.29	0.284	0.861	0.787	0.197	78.7

SUBCOLECTORE 173-185

56	PVS-173	PVS-174	153.41	152.28	54.3	2.1	3.23	0.15	0.17	35.582	2.01	0.52	0.005	0.258	0.062	0.009	6.2
57	PVS-174	PVS-175	152.28	150.86	58.9	2.4	2.7	0.15	0.51	32.532	1.84	0.68	0.016	0.369	0.108	0.016	10.8
58	PVS-175	PVS-176	150.86	149.16	64	2.7	2.36	0.15	0.85	30.415	1.72	0.75	0.028	0.436	0.198	0.030	19.8
59	PVS-176	PVS-177	149.16	146.86	77.3	3.0	2.63	0.15	4.88	32.107	1.82	1.31	0.152	0.721	0.336	0.050	33.6
60	PVS-177	PVS-178	146.86	144.92	83.7	2.3	2.51	0.15	5.63	31.366	1.77	1.35	0.179	0.761	0.364	0.055	36.4
61	PVS-178	PVS-179	144.92	143.25	93	1.8	1.76	0.15	6.38	26.265	1.49	1.23	0.243	0.828	0.402	0.060	40.2
62	PVS-179	PVS-180	143.25	142.09	83.9	1.4	1.35	0.15	7.04	23.003	1.30	1.14	0.306	0.876	0.435	0.065	43.5
63	PVS-180	PVS-181	142.09	141.53	74.2	0.8	0.5	0.15	7.55	13.999	0.79	0.81	0.539	1.022	0.511	0.077	51.1
64	PVS-181	PVS-182	141.53	140.79	76.7	1.0	0.5	0.15	7.9	13.999	0.79	0.82	0.564	1.035	0.524	0.079	52.4
65	PVS-182	PVS-183	140.79	139.42	86	1.6	1.52	0.15	8.41	24.409	1.38	1.26	0.345	0.912	0.472	0.071	47.2
66	PVS-183	PVS-184	139.42	138.17	79.4	1.6	1.62	0.15	12.64	25.199	1.43	1.43	0.502	1.003	0.583	0.087	58.3
67	PVS-184	PVS-185	138.17	137.13	85.2	1.2	1.73	0.15	12.96	26.041	1.47	1.47	0.498	0.998	0.852	0.128	85.2

SUBCOLECTORA 203-160

68	PVS-203	PVS-173	153.97	153.41	79.6	0.7	2.11	0.15	0.14	28.759	1.63	0.42	0.005	0.258	0.059	0.009	5.9
69	PVS-173	PVS-172	153.41	152.93	56.7	0.8	1.68	0.15	0.23	25.661	1.45	0.45	0.009	0.310	0.076	0.011	7.6
70	PVS-172	PVS-171	152.93	150.69	83.8	2.7	1.68	0.15	0.46	25.661	1.45	0.56	0.018	0.386	0.107	0.016	10.7
71	PVS-171	PVS-170	150.69	149.48	39.8	3.0	2.97	0.15	0.66	34.120	1.93	0.75	0.019	0.388	0.122	0.018	12.2
72	PVS-170	PVS-169	149.48	147.13	72	3.3	2.58	0.15	1.03	31.801	1.80	0.83	0.032	0.461	0.153	0.023	15.3
73	PVS-169	PVS-168	147.13	145.03	78.6	2.7	2.97	0.15	1.74	34.120	1.93	1.01	0.051	0.523	0.197	0.030	19.7
74	PVS-168	PVS-167	145.03	143.46	86.3	1.8	1.79	0.15	2.23	26.488	1.50	0.91	0.084	0.607	0.234	0.035	23.4
75	PVS-167	PVS-166	143.46	142.45	89.9	1.1	1.09	0.15	2.6	20.670	1.17	0.8	0.126	0.684	0.266	0.040	26.6
76	PVS-166	PVS-165	142.45	141.83	83.4	0.7	1.07	0.15	3.12	20.479	1.16	0.84	0.152	0.725	0.293	0.044	29.3
77	PVS-165	PVS-164	141.83	141.43	79.9	0.5	0.65	0.15	3.58	15.962	0.90	0.73	0.224	0.808	0.333	0.050	33.3
78	PVS-164	PVS-163	141.43	140.15	69.2	1.8	1.05	0.15	3.98	20.287	1.15	0.89	0.196	0.775	0.332	0.050	33.2
79	PVS-163	PVS-162	140.15	137.9	95.2	2.4	1.92	0.15	4.53	27.433	1.55	1.15	0.165	0.741	0.334	0.050	33.4
80	PVS-162	PVS-161	137.9	136.64	83.5	1.5	1.47	0.15	4.93	24.004	1.36	1.07	0.205	0.788	0.358	0.054	35.8
81	PVS-161	PVS-160	136.64	135.88	81.7	0.9	0.71	0.15	5.45	16.682	0.94	0.85	0.327	0.900	0.489	0.073	48.9

SUBCOLECTORA 148-159

82	PVS-148	PVS-149	145.62	143.81	80.2	2.3	2.22	0.15	0.54	29.499	1.67	0.65	0.018	0.389	0.113	0.017	11.3
83	PVS-149	PVS-150	143.81	142.66	86.7	1.3	1.5	0.15	1.14	24.248	1.37	0.7	0.047	0.510	0.17	0.026	17
84	PVS-150	PVS-151	142.66	141.87	89	0.9	1.54	0.15	1.74	24.569	1.39	0.8	0.071	0.575	0.21	0.032	21
85	PVS-151	PVS-152	141.87	142	81.4	-0.2	0.5	0.15	2.31	13.999	0.79	0.59	0.165	0.745	0.274	0.041	27.4
86	PVS-152	PVS-153	142	141.11	81.3	1.1	1.17	0.15	2.88	21.415	1.21	0.84	0.134	0.693	0.278	0.042	27.8
87	PVS-153	PVS-154	141.11	139.26	65	2.8	1.67	0.15	3.08	25.585	1.45	0.98	0.120	0.677	0.278	0.042	27.8
88	PVS-154	PVS-156	139.26	137.73	58	2.6	1.05	0.15	3.37	20.287	1.15	0.85	0.166	0.740	0.305	0.046	30.5
89	PVS-156	PVS-157	137.73	136.75	48.2	2.0	2.4	0.15	3.51	30.671	1.74	1.15	0.114	0.663	0.287	0.043	28.7
90	PVS-157	PVS-158	136.75	135.64	81.7	1.4	1.83	0.15	3.89	26.783	1.52	1.08	0.145	0.713	0.31	0.047	31
91	PVS-158	PVS-159	135.64	134.83	83.3	1.0	0.54	0.15	4.29	14.549	0.82	0.72	0.295	0.875	0.374	0.056	37.4

SUBCOLECTORA 126-123

92	PVS-126	PVS-125	137.07	135.51	93.5	1.7	1.79	0.15	0.2	26.488	1.50	0.44	0.008	0.294	0.071	0.011	7.1
93	PVS-125	PVS-124	135.51	135.19	83.3	0.4	1	0.15	0.65	19.798	1.12	0.52	0.033	0.464	0.134	0.020	13.4
94	PVS-124	PVS-123	135.19	134.25	85.8	1.1	0.64	0.15	1.28	15.839	0.90	0.54	0.081	0.602	0.216	0.032	21.6

SUBCOLECTORA 119-122

95	PVS-119	PVS-120	135.88	134.66	95	1.3	2.04	0.15	0.2	28.278	1.60	0.46	0.007	0.287	0.07	0.011	7
96	PVS-120	PVS-121	134.66	134.33	82.8	0.4	1.15	0.15	0.58	21.231	1.20	0.52	0.027	0.433	0.125	0.019	12.5
97	PVS-121	PVS-122	134.33	133.06	85.8	1.5	0.75	0.15	0.92	17.146	0.97	0.52	0.054	0.536	0.205	0.031	20.5

SUBCOLECTORA 108-118

98	PVS-108	PVS-109	148.84	148.23	60.4	1.0	0.67	0.15	2.67	16.206	0.92	0.68	0.165	0.742	0.285	0.043	28.5
99	PVS-109	PVS-110	148.23	147.08	54.8	2.1	2.06	0.15	3.36	28.416	1.61	1.08	0.118	0.672	0.285	0.043	28.5
100	PVS-110	PVS-111	147.08	145.9	48.8	2.4	2.37	0.15	4.02	30.479	1.72	1.19	0.132	0.690	0.307	0.046	30.7
101	PVS-111	PVS-112	145.9	144.43	61.8	2.4	2.53	0.15	4.82	31.491	1.78	1.29	0.153	0.724	0.336	0.050	33.6
102	PVS-112	PVS-113	144.43	143.16	83.2	1.5	1.98	0.15	5.27	27.859	1.58	1.21	0.189	0.768	0.36	0.054	36
103	PVS-113	PVS-114	143.16	141.96	89.1	1.3	2.36	0.15	5.98	30.415	1.72	1.34	0.197	0.779	0.378	0.057	37.8
104	PVS-114	PVS-115	141.96	140.79	88.5	1.3	0.59	0.15	6.52	15.207	0.86	0.83	0.429	0.964	0.461	0.069	46.1
105	PVS-115	PVS-116	140.79	139.66	81.3	1.4	0.5	0.15	7.18	13.999	0.79	0.8	0.513	1.010	0.497	0.075	49.7
106	PVS-116	PVS-117	139.66	138.16	82.3	1.8	2.07	0.15	8.01	28.485	1.61	1.39	0.281	0.862	0.445	0.067	44.5



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%
107	PVS-117	PVS-118	138.16	136.38	74.7	2.4	1.98	0.15	8.36	27.859	1.58	1.38	0.300	0.875	0.458	0.069	45.8

SUBCOLECTORA 108-93

108	PVS-108	PVS-107	148.84	146.72	79.1	2.7	2.68	0.15	0.23	32.411	1.83	0.53	0.007	0.289	0.073	0.011	7.3
109	PVS-107	PVS-106	146.72	145.36	71	1.9	1.88	0.15	0.43	27.146	1.54	0.57	0.016	0.371	0.103	0.015	10.3
110	PVS-106	PVS-105	145.36	145.05	59.4	0.5	0.81	0.15	0.74	17.818	1.01	0.5	0.042	0.496	0.146	0.022	14.6
111	PVS-105	PVS-104	145.05	144.26	62.1	1.3	1.13	0.15	0.86	21.046	1.19	0.58	0.041	0.487	0.152	0.023	15.2
112	PVS-104	PVS-103	144.26	143.57	97.3	0.7	1.21	0.15	1.03	21.778	1.23	0.63	0.047	0.511	0.21	0.032	21
113	PVS-103	PVS-102	143.57	142.71	84.5	1.0	1.38	0.15	1.69	23.258	1.32	0.76	0.073	0.577	0.209	0.031	20.9
114	PVS-102	PVS-101	142.71	141.08	90.2	1.8	1.12	0.15	2.26	20.952	1.19	0.78	0.108	0.658	0.247	0.037	24.7
115	PVS-101	PVS-100	141.08	139.4	85.9	2.0	2.02	0.15	2.86	28.139	1.59	1.02	0.102	0.641	0.262	0.039	26.2
116	PVS-100	PVS-99	139.4	138.25	81.7	1.4	1.69	0.15	3.2	25.738	1.46	0.99	0.124	0.680	0.283	0.042	28.3
117	PVS-99	PVS-98	138.25	136.91	81.9	1.6	1.91	0.15	3.48	27.362	1.55	1.07	0.127	0.691	0.292	0.044	29.2
118	PVS-98	PVS-97	136.91	135.19	74.9	2.3	0.94	0.15	3.74	19.195	1.09	0.84	0.195	0.773	0.461	0.069	46.1
119	PVS-97	PVS-96	135.19	134.16	52.4	2.0	1.93	0.15	13.03	27.505	1.56	1.53	0.474	0.983	0.581	0.087	58.1
120	PVS-96	PVS-95	134.16	133.85	60.1	0.5	1.46	0.15	13.15	23.922	1.35	1.39	0.550	1.027	0.603	0.090	60.3
121	PVS-95	PVS-94	133.85	133.26	83.5	0.7	0.5	0.2	13.52	30.150	0.96	0.93	0.448	0.969	0.468	0.094	46.8
122	PVS-94	PVS-93	133.26	131.55	87.2	2.0	1.46	0.2	14.18	51.520	1.64	1.4	0.275	0.854	0.514	0.103	51.4

SUBCOLECTORA 79-91

123	PVS-79	PVS-80	144.89	143.75	88.1	1.3	2.11	0.15	0.14	28.759	1.63	0.42	0.005	0.258	0.059	0.009	5.9
124	PVS-80	PVS-81	143.75	143.44	28.1	1.1	1.71	0.15	0.28	25.890	1.47	0.48	0.011	0.328	0.084	0.013	8.4
125	PVS-81	PVS-82	143.44	143.12	87.8	0.4	1.58	0.15	0.57	24.886	1.41	0.58	0.023	0.412	0.12	0.018	12
126	PVS-82	PVS-83	143.12	142.03	88	1.2	1.18	0.15	1.23	21.506	1.22	0.66	0.057	0.542	0.181	0.027	18.1
127	PVS-83	PVS-84	142.03	140.45	90.6	1.7	1.28	0.15	1.8	22.399	1.27	0.76	0.080	0.600	0.218	0.033	21.8
128	PVS-84	PVS-85	140.45	138.81	85.4	1.9	0.67	0.15	2.08	16.206	0.92	0.63	0.128	0.687	0.25	0.038	25
129	PVS-85	PVS-86	138.81	137.62	80.6	1.5	1.38	0.15	2.68	23.258	1.32	0.88	0.115	0.669	0.264	0.040	26.4
130	PVS-86	PVS-87	137.62	136.4	80.9	1.5	1.63	0.15	3.17	25.277	1.43	0.98	0.125	0.685	0.283	0.042	28.3
131	PVS-87	PVS-88	136.4	134.84	77.7	2.0	3.8	0.15	3.72	38.594	2.18	1.38	0.096	0.632	0.284	0.043	28.4
132	PVS-88	PVS-89	134.84	133.94	53.9	1.7	0.52	0.15	3.98	14.277	0.81	0.69	0.279	0.854	0.361	0.054	36.1
133	PVS-89	PVS-90	133.94	133.52	61.6	0.7	0.5	0.15	4.29	13.999	0.79	0.7	0.306	0.884	0.377	0.057	37.7
134	PVS-90	PVS-91	133.52	132.42	83.8	1.3	1	0.15	4.75	19.798	1.12	0.92	0.240	0.821	0.367	0.055	36.7

SUBCOLECTORA 45-58

135	PVS-45	PVS-46	140.71	140.12	93	0.6	0.81	0.15	0.86	17.818	1.01	0.52	0.048	0.516	0.158	0.024	15.8
136	PVS-46	PVS-48	140.12	138.87	91.4	1.4	2.57	0.15	1.83	31.739	1.80	0.98	0.058	0.546	0.205	0.031	20.5
137	PVS-48	PVS-49	138.87	138.3	87.7	0.6	0.65	0.15	2.48	15.962	0.90	0.66	0.155	0.731	0.275	0.041	27.5
138	PVS-49	PVS-50	138.3	137.45	76.8	1.1	2.02	0.15	3.17	28.139	1.59	1.05	0.113	0.659	0.276	0.041	27.6
139	PVS-50	PVS-51	137.45	136.48	79	1.2	0.85	0.15	3.63	18.253	1.03	0.8	0.199	0.775	0.325	0.049	32.5
140	PVS-51	PVS-53	136.48	135.14	86.7	1.5	0.98	0.15	4.2	19.599	1.11	0.88	0.214	0.793	0.344	0.052	34.4
141	PVS-53	PVS-55	135.14	133.8	60.4	2.2	0.5	0.15	4.57	13.999	0.79	0.71	0.326	0.896	0.39	0.059	39
142	PVS-55	PVS-56	133.8	132.43	64.3	2.1	2.7	0.15	4.77	32.532	1.84	1.31	0.147	0.712	0.332	0.050	33.2
143	PVS-56	PVS-58	132.43	131.26	82.8	1.4	0.87	0.15	5.49	18.467	1.04	0.91	0.297	0.871	0.402	0.060	40.2

SUBCOLECTORA 45-36

144	PVS-45	PVS-44	140.71	140.9	96.8	-0.2	1.25	0.15	0.4	22.135	1.25	0.49	0.018	0.391	0.103	0.015	10.3
145	PVS-44	PVS-43	140.9	140.74	90.5	0.2	0.89	0.15	0.63	18.678	1.06	0.49	0.034	0.464	0.134	0.020	13.4
146	PVS-43	PVS-42	140.74	140.35	80.7	0.5	0.69	0.15	0.97	16.446	0.93	0.51	0.059	0.548	0.17	0.026	17
147	PVS-42	PVS-41	140.35	139.47	37.7	2.3	0.64	0.15	1.06	15.839	0.90	0.51	0.067	0.569	0.179	0.027	17.9
148	PVS-41	PVS-40	139.47	137.89	97.4	1.6	0.7	0.15	1.69	16.564	0.94	0.6	0.102	0.640	0.225	0.034	22.5
149	PVS-40	PVS-26	137.89	137.34	82.7	0.7	0.5	0.15	2.01	13.999	0.79	0.56	0.144	0.707	0.255	0.038	25.5
150	PVS-26	PVS-27	137.34	136.53	76.2	1.1	0.55	0.15	2.56	14.683	0.83	0.62	0.174	0.746	0.286	0.043	28.6
151	PVS-27	PVS-30	136.53	135.45	80.3	1.3	2.05	0.15	3.02	28.347	1.60	1.05	0.107	0.655	0.269	0.040	26.9
152	PVS-30	PVS-33	135.45	133.61	88.7	2.1	1.66	0.15	3.63	25.508	1.44	1.02	0.142	0.707	0.302	0.045	30.2
153	PVS-33	PVS-34	133.61	132.13	53.8	2.8	1.6	0.15	4.18	25.043	1.42	1.05	0.167	0.741	0.326	0.049	32.6
154	PVS-34	PVS-35	132.13	130.37	83.7	2.1	2.06	0.15	4.64	28.416	1.61	1.18	0.163	0.734	0.336	0.050	33.6
155	PVS-35	PVS-36	130.37	129.04	89.8	1.5	1.84	0.15	5.48	26.856	1.52	1.19	0.204	0.783	0.37	0.056	37

SUBCOLECTORA 20-15

156	PVS-20	PVS-19	132.5	131.23	72.3	1.8	0.54	0.15	1.6	14.549	0.82	0.54	0.110	0.656	0.225	0.034	22.5
157	PVS-19	PVS-18	131.23	129.71	86	1.8	0.5	0.15	2.99	13.999	0.79	0.63	0.214	0.795	0.313	0.047	31.3
158	PVS-18	PVS-17	129.71	129.25	95.2	0.5	1.31	0.15	3.83	22.660	1.28	0.95	0.169	0.741	0.318	0.048	31.8
159	PVS-17	PVS-13	129.25	129.23	75.6	0.0	0.5	0.15	4.54	13.999	0.79	0.71	0.324	0.896	0.389	0.058	38.9
160	PVS-13	PVS-14	129.23	129.09	47.7	0.3	0.5	0.15	4.63	13.999	0.79	0.71	0.331	0.896	0.393	0.059	39.3



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%
161	PVS-14	PVS-15	129.09	128.21	62	1.4	0.5	0.15	4.75	13.999	0.79	0.72	0.339	0.909	0.398	0.060	39.8

SUBCOLECTORA 13-7

162	PVS-13	PVS-12	129.23	129.32	74.1	-0.1	2.42	0.15	0.12	30.799	1.74	0.42	0.004	0.241	0.054	0.008	5.4
163	PVS-12	PVS-11	129.32	128.84	52.6	0.9	1.51	0.15	0.26	24.328	1.38	0.45	0.011	0.327	0.082	0.012	8.2
164	PVS-11	PVS-10	128.84	127.71	64.1	1.8	1.04	0.15	0.49	20.190	1.14	0.48	0.024	0.420	0.195	0.029	19.5
165	PVS-10	PVS-7	127.71	126.94	41.1	1.9	1.59	0.15	5.72	24.965	1.41	1.15	0.229	0.814	0.384	0.058	38.4

SUBCOLECTORA 9-3

166	PVS-9	PVS-8	128.34	127.32	94.6	1.1	1.6	0.15	0.23	25.043	1.42	0.44	0.009	0.310	0.077	0.012	7.7
167	PVS-8	PVS-7	127.32	126.94	57.7	0.7	2.7	0.15	0.37	32.532	1.84	0.61	0.011	0.331	0.178	0.027	17.8
168	PVS-7	PVS-6	126.94	126.85	12.7	0.7	3.84	0.15	6.09	38.796	2.20	1.6	0.157	0.729	0.365	0.055	36.5
169	PVS-6	PVS-3	126.85	125.6	63.8	2.0	0.5	0.15	6.49	13.999	0.79	0.78	0.464	0.985	0.746	0.112	74.6

SUBCOLECTORA 199-183

170	PVS-199	PVS-198	152.73	151.7	46.6	2.2	3.47	0.15	0.14	36.880	2.09	0.5	0.004	0.240	0.056	0.008	5.6
171	PVS-198	PVS-196	151.7	150.15	61.6	2.5	2.84	0.15	0.37	33.365	1.89	0.62	0.011	0.328	0.092	0.014	9.2
172	PVS-196	PVS-194	150.15	147.44	81.4	3.3	2.89	0.15	0.83	33.657	1.90	0.8	0.025	0.420	0.137	0.021	13.7
173	PVS-194	PVS-193	147.44	144.54	98.8	2.9	2.4	0.15	1.09	30.671	1.74	0.82	0.036	0.472	0.159	0.024	15.9
174	PVS-193	PVS-192	144.54	143.42	77.9	1.4	1.69	0.15	1.49	25.738	1.46	0.79	0.058	0.542	0.249	0.037	24.9
175	PVS-192	PVS-191	143.42	142.79	72.2	0.9	0.87	0.15	2.03	18.467	1.04	0.69	0.110	0.660	0.24	0.036	24
176	PVS-191	PVS-190	142.79	141.89	80.2	1.1	1.13	0.15	2.6	21.046	1.19	0.81	0.124	0.680	0.265	0.040	26.5
177	PVS-190	PVS-189	141.89	140.44	79	1.8	1.48	0.15	3.26	24.086	1.36	0.95	0.135	0.697	0.289	0.043	28.9
178	PVS-189	PVS-183	140.44	139.42	70	1.5	1.55	0.15	4.09	24.649	1.39	1.04	0.166	0.746	0.44	0.066	44

SUBCOLECTORA 249-210

179	PVS-249	PVS-248	155.48	154.27	53.6	2.3	4.33	0.15	0.2	41.197	2.33	0.6	0.005	0.257	0.065	0.010	6.5
180	PVS-248	PVS-247	154.27	153.45	32.5	2.5	1.71	0.15	0.58	25.890	1.47	0.6	0.022	0.410	0.12	0.018	12
181	PVS-247	PVS-246	153.45	152.3	58.5	2.0	0.59	0.15	2.07	15.207	0.86	0.6	0.136	0.697	0.254	0.038	25.4
182	PVS-246	PVS-245	152.3	150.43	94.2	2.0	2.51	0.15	4.13	31.366	1.77	1.23	0.132	0.693	0.31	0.047	31
183	PVS-245	PVS-244	150.43	149.58	50.3	1.7	1.63	0.15	4.77	25.277	1.43	1.1	0.189	0.769	0.349	0.052	34.9
184	PVS-244	PVS-243	149.58	149.02	52	1.1	2.15	0.15	4.83	29.030	1.64	1.22	0.166	0.743	0.341	0.051	34.1
185	PVS-243	PVS-242	149.02	147.83	83.1	1.4	0.51	0.15	6.54	14.139	0.80	0.78	0.463	0.975	0.472	0.071	47.2
186	PVS-242	PVS-210	147.83	146.31	93	1.6	1.16	0.15	8.65	21.323	1.21	1.14	0.406	0.945	0.734	0.110	73.4

SUBCOLECTORA 273-242

187	PVS-273	PVS-274	162.41	160.34	99.5	2.1	2.1	0.15	0.2	28.690	1.62	0.46	0.007	0.283	0.07	0.011	7
188	PVS-274	PVS-275	160.34	157.32	95	3.2	3.25	0.15	0.46	35.692	2.02	0.7	0.013	0.347	0.1	0.015	10
189	PVS-275	PVS-276	157.32	155.5	79.5	2.3	2.13	0.15	0.72	28.895	1.64	0.69	0.025	0.422	0.131	0.020	13.1
190	PVS-276	PVS-277	155.5	154.97	30.6	1.7	1.73	0.15	0.78	26.041	1.47	0.66	0.030	0.448	0.139	0.021	13.9
191	PVS-277	PVS-279	154.97	152.65	95	2.4	1.2	0.15	1.1	21.688	1.23	0.64	0.051	0.521	0.171	0.026	17.1
192	PVS-279	PVS-280	152.65	150.18	95	2.6	2.57	0.15	1.24	31.739	1.80	0.87	0.039	0.484	0.169	0.025	16.9
193	PVS-280	PVS-281	150.18	148.94	95	1.3	1.27	0.15	1.5	22.311	1.26	0.72	0.067	0.570	0.198	0.030	19.8
194	PVS-281	PVS-282	148.94	148.05	53.8	1.7	1.6	0.15	1.62	25.043	1.42	0.8	0.065	0.565	0.201	0.030	20.1
195	PVS-282	PVS-242	148.05	147.83	60.8	0.4	1.08	0.15	1.68	20.575	1.16	0.7	0.082	0.601	0.307	0.046	30.7

SUBCOLECTORA 268-243

196	PVS-268	PVS-267	161.85	160.2	65.3	2.5	2.53	0.15	0.14	31.491	1.78	0.45	0.004	0.253	0.058	0.009	5.8
197	PVS-267	PVS-266	160.2	158.77	50.7	2.8	3.27	0.15	0.28	35.801	2.03	0.6	0.008	0.296	0.079	0.012	7.9
198	PVS-266	PVS-263	158.77	157.08	56.4	3.0	2.48	0.15	0.42	31.178	1.76	0.62	0.013	0.351	0.099	0.015	9.9
199	PVS-263	PVS-262	157.08	155.97	57	1.9	1.9	0.15	0.54	27.290	1.54	0.61	0.020	0.395	0.115	0.017	11.5
200	PVS-262	PVS-260	155.97	154.45	65.9	2.3	2.31	0.15	0.68	30.091	1.70	0.7	0.023	0.411	0.126	0.019	12.6
201	PVS-260	PVS-259	154.45	152.81	67.9	2.4	2.37	0.15	0.99	30.479	1.72	0.79	0.032	0.458	0.152	0.023	15.2
202	PVS-259	PVS-258	152.81	150.44	98	2.4	1.88	0.15	1.42	27.146	1.54	0.81	0.052	0.527	0.186	0.028	18.6
203	PVS-258	PVS-243	150.44	149.02	95.5	1.5	1.49	0.15	1.59	24.167	1.37	0.77	0.066	0.563	0.201	0.030	20.1

SUBCOLECTORA 269-246

204	PVS-269	PVS-265	160.65	158.59	68.2	3.0	3.02	0.15	0.23	34.406	1.95	0.55	0.007	0.282	0.072	0.011	7.2
205	PVS-265	PVS-264	158.59	157.03	52.1	3.0	4.93	0.15	0.66	43.959	2.49	0.91	0.015	0.366	0.116	0.017	11.6
206	PVS-264	PVS-254	157.03	155.54	67.4	2.2	1	0.15	1.09	19.798	1.12	0.6	0.055	0.536	0.173	0.026	17.3
207	PVS-254	PVS-255	155.54	153.5	89.9	2.3	0.74	0.15	1.55	17.031	0.96	0.6	0.091	0.623	0.214	0.032	21.4
208	PVS-255	PVS-256	153.5	152.67	41.3	2.0	1.86	0.15	1.72	27.001	1.53	0.86	0.064	0.563	0.205	0.031	20.5
209	PVS-256	PVS-246	152.67	152.3	47.3	0.8	0.93	0.15	1.89	19.093	1.08	0.69	0.099	0.639	0.231	0.035	23.1





TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%
SUBCOLECTORA 270-247																	
210	PVS-270	PVS-272	159.37	156.44	96	3.1	3.84	0.15	0.48	38.796	2.20	0.76	0.012	0.346	0.101	0.015	10.1
211	PVS-272	PVS-252	156.44	156.07	25.2	1.5	5	0.15	0.57	44.270	2.51	0.87	0.013	0.347	0.108	0.016	10.8
212	PVS-252	PVS-253	156.07	153.9	82.1	2.6	0.94	0.15	1.17	19.195	1.09	0.6	0.061	0.552	0.181	0.027	18.1
213	PVS-253	PVS-247	153.9	153.45	41.3	1.1	2.39	0.15	1.26	30.607	1.73	0.86	0.041	0.497	0.171	0.026	17.1
SUBCOLECTORA 236-241																	
214	PVS-236	PVS-238	144.31	142.35	78.7	2.5	3.02	0.15	0.4	34.406	1.95	0.66	0.012	0.339	0.095	0.014	9.5
215	PVS-238	PVS-239	142.35	141.7	40.3	1.6	1.61	0.15	0.57	25.121	1.42	0.58	0.023	0.408	0.12	0.018	12
216	PVS-239	PVS-240	141.7	140.91	67.6	1.2	1.12	0.15	0.91	20.952	1.19	0.59	0.043	0.498	0.157	0.024	15.7
217	PVS-240	PVS-241	140.91	139.7	49	2.5	1.18	0.15	1.05	21.506	1.22	0.63	0.049	0.518	0.167	0.025	16.7
SUBCOLECTORA 233-229																	
218	PVS-233	PVS-232	144.73	142.8	83.1	2.3	3	0.15	0.31	34.292	1.94	0.6	0.009	0.309	0.084	0.013	8.4
219	PVS-232	PVS-231	142.8	142.03	44.5	1.7	2.23	0.15	0.42	29.565	1.67	0.6	0.014	0.359	0.1	0.015	10
220	PVS-231	PVS-230	142.03	141.23	49.1	1.6	1.76	0.15	0.56	26.265	1.49	0.6	0.021	0.404	0.117	0.018	11.7
221	PVS-230	PVS-229	141.23	139.77	59.5	2.5	2.42	0.15	2.95	30.799	1.74	1.1	0.096	0.631	0.262	0.039	26.2
SUBCOLECTORA 231-218																	
222	PVS-231	PVS-227	142.03	141.78	69	0.4	1.99	0.15	0.2	27.929	1.58	0.46	0.007	0.291	0.07	0.011	7
223	PVS-227	PVS-223	141.78	141.4	43.1	0.9	1.28	0.15	0.34	22.399	1.27	0.46	0.015	0.363	0.095	0.014	9.5
224	PVS-223	PVS-220	141.4	140.94	53.6	0.9	1.36	0.15	0.62	23.089	1.31	0.57	0.027	0.436	0.127	0.019	12.7
225	PVS-220	PVS-218	140.94	140.48	52.3	0.9	0.82	0.15	0.91	17.928	1.01	0.53	0.051	0.522	0.546	0.082	54.6
SUBCOLECTORA 233-212																	
226	PVS-233	PVS-234	144.73	144.64	96.8	0.1	2.83	0.15	0.09	33.306	1.88	0.41	0.003	0.218	0.046	0.007	4.6
227	PVS-234	PVS-235	144.64	144.32	73	0.4	1.38	0.15	0.32	23.258	1.32	0.47	0.014	0.357	0.091	0.014	9.1
228	PVS-235	PVS-212	144.32	143.7	47.6	1.3	1.2	0.15	0.46	21.688	1.23	0.49	0.021	0.399	0.505	0.076	50.5
SUBCOLECTORA 204-176																	
229	PVS-204	PVS-199	154.25	152.73	69.9	2.2	2.49	0.15	0.43	31.241	1.77	0.63	0.014	0.356	0.1	0.015	10
230	PVS-199	PVS-200	152.73	151.27	62.3	2.3	1.95	0.15	0.63	27.647	1.56	0.64	0.023	0.409	0.123	0.018	12.3
231	PVS-200	PVS-201	151.27	150.77	25.2	2.0	1.86	0.15	0.8	27.001	1.53	0.68	0.030	0.445	0.168	0.025	16.8
232	PVS-201	PVS-176	150.77	149.16	65.9	2.4	3.4	0.15	3.74	36.506	2.07	1.33	0.102	0.644	0.287	0.043	28.7
SUBCOLECTORA 147-108																	
233	PVS-147	PVS-146	153.88	153.06	63.2	1.3	1.3	0.15	0.46	22.573	1.28	0.51	0.020	0.399	0.11	0.017	11
234	PVS-146	PVS-145	153.06	151.35	81	2.1	2.09	0.15	1.2	28.622	1.62	0.8	0.042	0.494	0.169	0.025	16.9
235	PVS-145	PVS-142	151.35	151.24	45.8	0.2	0.71	0.15	1.31	16.682	0.94	0.56	0.079	0.593	0.197	0.030	19.7
236	PVS-142	PVS-139	151.24	150.63	42.3	1.4	0.8	0.15	2	17.708	1.00	0.66	0.113	0.659	0.241	0.036	24.1
237	PVS-139	PVS-108	150.63	148.84	58.7	3.0	3.29	0.15	2.58	35.911	2.03	1.18	0.072	0.581	0.238	0.036	23.8
SUB-SUBCOLECTORAS																	
SUB-SUBCOLECTORA 26-20																	
238	PVS-26	PVS-23	137.33	136.16	65.6	1.8	2.77	0.15	0.2	32.951	1.86	0.51	0.006	0.274	0.068	0.010	6.8
239	PVS-23	PVS-22	136.16	134.89	63.6	2.0	0.99	0.15	0.68	19.699	1.11	0.52	0.035	0.466	0.137	0.021	13.7
240	PVS-22	PVS-21	134.89	134.14	60	1.3	0.8	0.15	0.88	17.708	1.00	0.52	0.050	0.519	0.159	0.024	15.9
241	PVS-21	PVS-20	134.14	132.5	99.2	1.7	0.72	0.15	1.14	16.799	0.95	0.54	0.068	0.568	0.184	0.028	18.4
SUB-SUBCOLECTORA 27-19																	
242	PVS-27	PVS-28	136.53	134.55	93.5	2.1	2.12	0.15	0.31	28.827	1.63	0.53	0.011	0.325	0.087	0.013	8.7
243	PVS-28	PVS-29	134.55	132.69	93.6	2.0	1.96	0.15	0.62	27.718	1.57	0.64	0.022	0.408	0.123	0.018	12.3
244	PVS-29	PVS-19	132.69	131.23	98.3	1.5	1.46	0.15	1.08	23.922	1.35	0.68	0.045	0.502	0.166	0.025	16.6
SUB-SUBCOLECTORA 30-18																	
245	PVS-30	PVS-31	135.45	133.11	96.1	2.4	2.44	0.15	0.26	30.926	1.75	0.53	0.008	0.303	0.079	0.012	7.9
246	PVS-31	PVS-32	133.11	131.05	96.5	2.1	2.1	0.15	0.52	28.690	1.62	0.62	0.018	0.382	0.112	0.017	11.2
247	PVS-32	PVS-18	131.05	129.71	98.7	1.4	1.38	0.15	0.72	23.258	1.32	0.6	0.031	0.456	0.136	0.020	13.6
SUB-SUBCOLECTORA 33-17																	
248	PVS-33	PVS-285	133.61	131.59	81.5	2.5	2.74	0.15	0.09	32.772	1.85	0.4	0.003	0.216	0.046	0.007	4.6
249	PVS-285	PVS-284	131.59	130.46	50.1	2.3	1.79	0.15	0.18	26.488	1.50	0.43	0.007	0.287	0.067	0.010	6.7
250	PVS-284	PVS-283	130.46	129.53	96	1.0	1.56	0.15	0.3	24.728	1.40	0.48	0.012	0.343	0.088	0.013	8.8
251	PVS-283	PVS-17	129.53	129.25	81.9	0.3	1.06	0.15	0.59	20.384	1.15	0.51	0.029	0.442	0.175	0.026	17.5



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / Qll	Vdis/Vll	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	Qll	Vll	Vdis.				(m)	%
SUB-SUBCOLECTORA 25-23																	
252	PVS-25	PVS-24	135.78	135.32	96	0.5	2.18	0.15	0.14	29.232	1.65	0.42	0.005	0.254	0.059	0.009	5.9
253	PVS-24	PVS-23	135.32	136.16	97.8	-0.9	1.62	0.15	0.28	25.199	1.43	0.47	0.011	0.330	0.084	0.013	8.4
SUB-SUBCOLECTORA 256-245																	
254	PVS-256	PVS-257	152.67	151.28	85.1	1.6	2.12	0.15	0.26	28.827	1.63	0.5	0.009	0.307	0.08	0.012	8
255	PVS-257	PVS-245	151.28	150.43	69.7	1.2	1.46	0.15	0.52	23.922	1.35	0.55	0.022	0.406	0.176	0.026	17.6
SUB-SUBCOLECTORA 203-201																	
256	PVS-203	PVS-202	153.97	152.33	85.3	1.9	2.18	0.15	2.54	29.232	1.65	1.01	0.087	0.611	0.245	0.037	24.5
257	PVS-202	PVS-201	152.33	150.77	67.7	2.3	1.93	0.15	2.71	27.505	1.56	0.99	0.099	0.636	0.257	0.039	25.7
SUB-SUBCOLECTORA 144-142																	
258	PVS-144	PVS-143	153.85	153.09	59.1	1.3	1.63	0.15	0.26	25.277	1.43	0.46	0.010	0.322	0.082	0.012	8.2
259	PVS-143	PVS-142	153.09	151.24	76.1	2.4	2.45	0.15	0.6	30.989	1.75	0.68	0.019	0.388	0.118	0.018	11.8
SUB-SUBCOLECTORA 141-139																	
260	PVS-141	PVS-140	153.09	151.88	63.3	1.9	1.91	0.15	0.26	27.362	1.55	0.49	0.010	0.316	0.08	0.012	8
261	PVS-140	PVS-139	151.88	150.63	62.9	2.0	1.94	0.15	0.46	27.576	1.56	0.59	0.017	0.378	0.106	0.016	10.6
SUB-SUBCOLECTORA 137-109																	
262	PVS-137	PVS-138	150.78	150.09	58	1.2	1.43	0.15	0.29	23.675	1.34	0.46	0.012	0.343	0.087	0.013	8.7
263	PVS-138	PVS-109	150.09	148.23	79.9	2.3	2.13	0.15	0.55	28.895	1.64	0.64	0.019	0.391	0.177	0.027	17.7
SUB-SUBCOLECTORA 136-110																	
264	PVS-136	PVS-134	151.66	149.34	77.3	3.0	3.01	0.15	0.17	34.349	1.94	0.5	0.005	0.257	0.062	0.009	6.2
265	PVS-134	PVS-135	149.34	148.24	61.3	1.8	1.73	0.15	0.29	26.041	1.47	0.49	0.011	0.333	0.085	0.013	8.5
266	PVS-135	PVS-110	148.24	147.08	77.6	1.5	1.46	0.15	0.46	23.922	1.35	0.53	0.019	0.392	0.154	0.023	15.4
SUB-SUBCOLECTORA 132-111																	
267	PVS-132	PVS-133	148.85	147.28	52.4	3.0	3.01	0.15	0.23	34.349	1.94	0.55	0.007	0.283	0.072	0.011	7.2
268	PVS-133	PVS-111	147.28	145.9	95.2	1.4	1.42	0.15	0.71	23.592	1.34	0.6	0.030	0.449	0.189	0.028	18.9
SUB-SUBCOLECTORA 74-45																	
269	PVS-74	PVS-75	142.16	141.34	55	1.5	1.84	0.15	0.26	26.856	1.52	0.48	0.010	0.316	0.081	0.012	8.1
270	PVS-75	PVS-45	141.34	140.71	63.9	1.0	1	0.15	0.52	19.798	1.12	0.48	0.026	0.428	0.12	0.018	12
SUB-SUBCOLECTORA 15-10																	
271	PVS-15	PVS-16	128.21	127.66	70.8	0.8	0.51	0.15	4.92	14.139	0.80	0.73	0.348	0.912	0.405	0.061	40.5
272	PVS-16	PVS-10	127.66	127.71	61.3	-0.1	1.13	0.15	5.12	21.046	1.19	0.98	0.243	0.823	0.376	0.056	37.6
SUB-SUBCOLECTORA 4-6																	
273	PVS-4	PVS-5	127.29	126.73	95.5	0.6	1.93	0.15	0.17	27.505	1.56	0.43	0.006	0.276	0.065	0.010	6.5
274	PVS-5	PVS-6	126.73	126.85	52.3	-0.2	1.34	0.15	0.34	22.918	1.30	0.47	0.015	0.362	0.2	0.030	20
SUB-SUBCOLECTORA 214-216																	
275	PVS-214	PVS-215	140.47	139.92	36.9	1.5	2.76	0.15	0.17	32.891	1.86	0.49	0.005	0.263	0.063	0.009	6.3
276	PVS-215	PVS-216	139.92	138.88	89.6	1.2	2.52	0.15	0.63	31.429	1.78	0.7	0.020	0.394	0.574	0.086	57.4
SUB-SUBCOLECTORA 188-186																	
277	PVS-188	PVS-187	139.97	139.34	39.4	1.6	2.34	0.15	0.17	30.285	1.71	0.46	0.006	0.268	0.064	0.010	6.4
278	PVS-187	PVS-186	139.34	137.99	89.2	1.5	1.32	0.15	0.6	22.746	1.29	0.55	0.026	0.427	0.125	0.019	12.5
SUB-SUBCOLECTORA 46-41																	
279	PVS-46	PVS-47	140.12	139.62	62	0.8	1.63	0.15	0.26	25.277	1.43	0.46	0.010	0.322	0.082	0.012	8.2
280	PVS-47	PVS-41	139.62	139.47	55.4	0.3	2.33	0.15	0.4	30.221	1.71	0.6	0.013	0.351	0.097	0.015	9.7
SUB-SUBCOLECTORA 72-46																	
281	PVS-72	PVS-73	141.42	140.92	52.6	1.0	1.52	0.15	0.31	24.409	1.38	0.48	0.013	0.348	0.089	0.013	8.9
282	PVS-73	PVS-46	140.92	140.12	68.2	1.2	1.32	0.15	0.57	22.746	1.29	0.55	0.025	0.427	0.122	0.018	12.2
SUB-SUBCOLECTORA 196-177																	
283	PVS-196	PVS-197	150.15	148.61	74.6	2.1	3.18	0.15	0.29	35.305	2.00	0.6	0.008	0.300	0.081	0.012	8.1



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / QII	Vdis/VII	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	QII	VII	Vdis.				(m)	%
284	PVS-197	PVS-177	148.61	146.86	63.1	2.8	2.08	0.15	0.46	28.553	1.62	0.6	0.016	0.371	0.177	0.027	17.7

SUB-SUBCOLECTORA 194-178

285	PVS-194	PVS-195	147.44	145.75	67.3	2.5	3.14	0.15	0.26	35.083	1.99	0.58	0.007	0.292	0.077	0.012	7.7
286	PVS-195	PVS-178	145.75	144.92	55.8	1.5	1.79	0.15	0.49	26.488	1.50	0.58	0.018	0.387	0.208	0.031	20.8

SUB-SUBCOLECTORA 150-114

287	PVS-150	PVS-131	142.66	142.32	55.2	0.6	2.34	0.15	0.17	30.285	1.71	0.46	0.006	0.268	0.064	0.010	6.4
288	PVS-131	PVS-114	142.32	141.96	62.7	0.6	1.36	0.15	0.31	23.089	1.31	0.46	0.013	0.352	0.186	0.028	18.6

SUB-SUBCOLECTORA 70-48

289	PVS-70	PVS-71	140.51	139.84	58	1.2	3.91	0.15	0.11	39.148	2.22	0.48	0.003	0.217	0.049	0.007	4.9
290	PVS-71	PVS-48	139.84	138.87	63	1.5	1.43	0.15	0.34	23.675	1.34	0.48	0.014	0.358	0.117	0.018	11.7

SUB-SUBCOLECTORA 68-49

291	PVS-68	PVS-69	138.85	138.65	62.1	0.3	2.3	0.15	0.2	30.026	1.70	0.48	0.007	0.283	0.069	0.010	6.9
292	PVS-69	PVS-49	138.65	138.3	56.9	0.6	1.2	0.15	0.43	21.688	1.23	0.48	0.020	0.391	0.132	0.020	13.2

SUB-SUBCOLECTORA 152-116

293	PVS-152	PVS-129	142	141.09	68.6	1.3	1.36	0.15	0.31	23.089	1.31	0.46	0.013	0.352	0.09	0.014	9
294	PVS-129	PVS-116	141.09	139.66	64.6	2.2	2.38	0.15	0.57	30.543	1.73	0.67	0.019	0.388	0.229	0.034	22.9

SUB-SUBCOLECTORA 67-50

295	PVS-67	PVS-284	137.48	137.46	66.2	0.0	2.31	0.15	0.2	30.091	1.70	0.48	0.007	0.282	0.069	0.010	6.9
296	PVS-284	PVS-50	137.46	137.45	53.3	0.0	1.48	0.15	0.32	24.086	1.36	0.48	0.013	0.352	0.122	0.018	12.2

SUB-SUBCOLECTORA 51-30

297	PVS-51	PVS-52	136.48	136.35	60	0.2	2.05	0.15	0.2	28.347	1.60	0.46	0.007	0.287	0.07	0.011	7
298	PVS-52	PVS-30	136.35	135.45	53.4	1.7	1.33	0.15	0.32	22.832	1.29	0.46	0.014	0.356	0.141	0.021	14.1

SUB-SUBCOLECTORA 65-51

299	PVS-65	PVS-66	136.37	136.45	62.8	-0.1	2.06	0.15	0.23	28.416	1.61	0.48	0.008	0.299	0.075	0.011	7.5
300	PVS-66	PVS-51	136.45	136.48	53.1	-0.1	1.19	0.15	0.43	21.597	1.22	0.48	0.020	0.393	0.173	0.026	17.3

SUB-SUBCOLECTORA 153-117

301	PVS-153	PVS-128	141.11	139.81	70.3	1.8	3.07	0.15	0.12	34.689	1.96	0.46	0.003	0.234	0.052	0.008	5.2
302	PVS-128	PVS-117	139.81	138.16	70.3	2.3	1.64	0.15	0.26	25.354	1.43	0.46	0.010	0.321	0.242	0.036	24.2

SUB-SUBCOLECTORA 155-97

303	PVS-155	PVS-127	138.84	137.72	66.6	1.7	2.61	0.15	0.12	31.985	1.81	0.43	0.004	0.238	0.053	0.008	5.3
304	PVS-127	PVS-118	137.72	136.38	75.3	1.8	1.06	0.15	0.72	20.384	1.15	0.54	0.035	0.468	0.274	0.041	27.4
305	PVS-118	PVS-97	136.38	135.19	84.7	1.4	1.24	0.15	9.2	22.046	1.25	1.19	0.417	0.954	0.507	0.076	50.7

SUB-SUBCOLECTORA 53-33

306	PVS-53	PVS-54	135.14	134.84	69.6	0.4	2.04	0.15	0.23	28.278	1.60	0.48	0.008	0.300	0.075	0.011	7.5
307	PVS-54	PVS-33	134.84	133.61	63.7	1.9	1.05	0.15	0.49	20.287	1.15	0.48	0.024	0.418	0.165	0.025	16.5

SUB-SUBCOLECTORA 226-213

308	PVS-226	PVS-225	143.53	143.04	48.4	1.0	1.49	0.15	0.31	24.167	1.37	0.48	0.013	0.351	0.089	0.013	8.9
309	PVS-225	PVS-213	143.04	142.27	55.8	1.4	2.99	0.15	0.62	34.234	1.94	0.74	0.018	0.382	0.118	0.018	11.8

SUB-SUBCOLECTORA 61-56

310	PVS-61	PVS-62	133.24	132.83	62.3	0.7	1.84	0.15	0.26	26.856	1.52	0.48	0.010	0.316	0.081	0.012	8.1
311	PVS-62	PVS-56	132.83	132.43	54.9	0.7	1.11	0.15	0.46	20.859	1.18	0.48	0.022	0.407	0.221	0.033	22.1

SUB-SUBCOLECTORA 56-35

312	PVS-56	PVS-57	132.43	131.59	74.8	1.1	1.61	0.15	0.29	25.121	1.42	0.48	0.012	0.338	0.086	0.013	8.6
313	PVS-57	PVS-35	131.59	130.37	77	1.6	1.09	0.15	0.58	20.670	1.17	0.51	0.028	0.436	0.199	0.030	19.9

SUB-SUBCOLECTORA 151-115

314	PVS-151	PVS-130	141.87	141.57	64.4	0.5	1.74	0.15	0.2	26.116	1.48	0.43	0.008	0.291	0.071	0.011	7.1
315	PVS-130	PVS-115	141.57	140.79	60	1.3	1.3	0.15	0.46	22.573	1.28	0.51	0.020	0.399	0.228	0.034	22.8



INTERCONEXIONES ENTRE COLECTORES

TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / Qll	Vdis/Vll	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	Qll	Vll	Vdis.				(m)	%
316	PVS-266	PVS-265	158.77	158.59	62	0.3	2.1	0.15	0.17	28.690	1.62	0.44	0.006	0.271	0.065	0.010	6.5
317	PVS-263	PVS-264	157.08	157.03	61.6	0.1	3.58	0.15	0.12	37.460	2.12	0.49	0.003	0.231	0.052	0.008	5.2
318	PVS-252	PVS-254	156.07	155.54	66.2	0.8	2.88	0.15	0.12	33.599	1.90	0.45	0.004	0.237	0.053	0.008	5.3
319	PVS-251	PVS-252	157.18	156.07	93	1.2	3	0.15	0.31	34.292	1.94	0.6	0.009	0.309	0.084	0.013	8.4
320	PVS-278	PVS-277	155.23	154.97	48.9	0.5	2.88	0.15	0.09	33.599	1.90	0.41	0.003	0.216	0.046	0.007	4.6
321	PVS-261	PVS-260	154.94	154.45	65.4	0.7	2.48	0.15	0.17	31.178	1.76	0.47	0.005	0.266	0.064	0.010	6.4
322	PVS-255	PVS-259	153.5	152.81	90.3	0.8	2.01	0.15	0.23	28.069	1.59	0.48	0.008	0.302	0.075	0.011	7.5
323	PVS-250	PVS-248	156.22	154.27	89.5	2.2	3.42	0.15	0.29	36.613	2.07	0.62	0.008	0.299	0.08	0.012	8
324	PVS-247	PVS-206	153.45	152.83	98	0.6	3.17	0.15	0.29	35.250	1.99	0.6	0.008	0.301	0.422	0.063	42.2
325	PVS-246	PVS-207	152.3	151.35	97.5	1.0	3.48	0.15	0.26	36.933	2.09	0.6	0.007	0.287	0.417	0.063	41.7
326	PVS-207	PVS-196	151.35	150.15	77.6	1.5	2.6	0.15	0.2	31.924	1.81	0.5	0.006	0.277	0.068	0.010	6.8

327	PVS-202	PVS-175	152.33	150.86	69.7	2.1	3.29	0.15	0.2	35.911	2.03	0.54	0.006	0.266	0.067	0.010	6.7
328	PVS-175	PVS-170	150.86	149.48	63.8	2.2	2.4	0.15	0.23	30.671	1.74	0.51	0.007	0.294	0.074	0.011	7.4
329	PVS-176	PVS-169	149.16	147.13	86.4	2.3	2.76	0.15	0.34	32.891	1.86	0.6	0.010	0.322	0.088	0.013	8.8
330	PVS-169	PVS-148	147.13	145.62	77.3	2.0	2.17	0.15	0.23	29.165	1.65	0.49	0.008	0.297	0.074	0.011	7.4
331	PVS-148	PVS-112	145.62	144.43	97	1.2	1.35	0.15	0.31	23.003	1.30	0.46	0.013	0.353	0.172	0.026	17.2
332	PVS-112	PVS-103	144.43	143.57	79.5	1.1	1.88	0.15	0.29	27.146	1.54	0.5	0.011	0.325	0.085	0.013	8.5
333	PVS-103	PVS-82	143.57	143.12	79.7	0.6	3.1	0.15	0.23	34.858	1.97	0.56	0.007	0.284	0.072	0.011	7.2
334	PVS-82	PVS-74	143.12	142.16	87.1	1.1	2.56	0.15	0.17	31.677	1.79	0.48	0.005	0.268	0.436	0.065	43.6
335	PVS-104	PVS-81	144.26	143.44	42.8	1.9	3.83	0.15	0.06	38.746	2.19	0.39	0.002	0.178	0.037	0.006	3.7
336	PVS-177	PVS-168	146.86	145.03	76.7	2.4	3.2	0.15	0.2	35.416	2.00	0.54	0.006	0.269	0.067	0.010	6.7
337	PVS-168	PVS-149	145.03	143.81	77.1	1.6	1.8	0.15	0.34	26.562	1.50	0.52	0.013	0.346	0.092	0.014	9.2
338	PVS-149	PVS-113	143.81	143.16	98	0.7	1.2	0.15	0.4	21.688	1.23	0.48	0.018	0.391	0.194	0.029	19.4
339	PVS-113	PVS-102	143.16	142.71	78.2	0.6	1.83	0.15	0.23	26.783	1.52	0.46	0.009	0.304	0.095	0.014	9.5
340	PVS-102	PVS-83	142.71	142.03	82.1	0.8	3.27	0.15	0.17	35.801	2.03	0.52	0.005	0.257	0.062	0.009	6.2
341	PVS-83	PVS-72	142.03	141.42	85	0.7	1.89	0.15	0.34	27.218	1.54	0.53	0.012	0.344	0.472	0.071	47.2
342	PVS-178	PVS-167	144.92	143.46	79.4	1.8	2.62	0.15	0.2	32.046	1.81	0.5	0.006	0.276	0.094	0.014	9.4
343	PVS-167	PVS-150	143.46	142.66	75.5	1.1	1.52	0.15	0.31	24.409	1.38	0.48	0.013	0.348	0.089	0.013	8.9
344	PVS-114	PVS-101	141.96	141.08	77.4	1.1	1.63	0.15	0.26	25.277	1.43	0.46	0.010	0.322	0.112	0.017	11.2
345	PVS-101	PVS-84	141.08	140.45	82.3	0.8	2.72	0.15	0.14	32.652	1.85	0.47	0.004	0.254	0.07	0.011	7
346	PVS-84	PVS-70	140.45	140.51	84.6	-0.1	1.14	0.15	0.4	21.139	1.20	0.47	0.019	0.393	0.465	0.070	46.5
347	PVS-48	PVS-40	138.87	137.89	98.2	1.0	1.81	0.15	0.23	26.636	1.51	0.46	0.009	0.305	0.076	0.011	7.6
348	PVS-209	PVS-193	147.01	144.54	94.2	2.6	2.62	0.15	0.14	32.046	1.81	0.45	0.004	0.248	0.057	0.009	5.7
349	PVS-193	PVS-179	144.54	143.25	98.5	1.3	1.94	0.15	0.4	27.576	1.56	0.56	0.015	0.359	0.215	0.032	21.5
350	PVS-179	PVS-166	143.25	142.45	81.8	1.0	1.74	0.15	0.23	26.116	1.48	0.45	0.009	0.304	0.112	0.017	11.2
351	PVS-166	PVS-151	142.45	141.87	75.1	0.8	2.05	0.15	0.23	28.347	1.60	0.48	0.008	0.299	0.121	0.018	12.1
352	PVS-115	PVS-100	140.79	139.4	79.5	1.7	2.33	0.15	0.17	30.221	1.71	0.46	0.006	0.269	0.094	0.014	9.4
353	PVS-100	PVS-85	139.4	138.81	81.8	0.7	1.42	0.15	0.29	23.592	1.34	0.46	0.012	0.345	0.087	0.013	8.7
354	PVS-85	PVS-68	138.81	138.85	87.7	0.0	1.35	0.15	0.31	23.003	1.30	0.46	0.013	0.353	0.462	0.069	46.2
355	PVS-49	PVS-26	138.3	137.34	91.3	1.1	1.81	0.15	0.29	26.636	1.51	0.49	0.011	0.325	0.085	0.013	8.5
356	PVS-210	PVS-192	146.31	143.42	98.1	2.9	3.17	0.15	0.37	35.250	1.99	0.65	0.010	0.326	0.191	0.029	19.1
357	PVS-192	PVS-180	143.42	142.09	97.5	1.4	2	0.15	0.31	27.999	1.58	0.52	0.011	0.328	0.218	0.033	21.8
358	PVS-180	PVS-165	142.09	141.83	80.6	0.3	1.46	0.15	0.29	23.922	1.35	0.47	0.012	0.347	0.13	0.020	13
359	PVS-165	PVS-152	141.83	142	78.7	-0.2	1.72	0.15	0.31	25.965	1.47	0.5	0.012	0.340	0.113	0.017	11.3
360	PVS-116	PVS-99	139.66	138.25	78.5	1.8	2.72	0.15	0.14	32.652	1.85	0.47	0.004	0.254	0.121	0.018	12.1
361	PVS-99	PVS-86	138.25	137.62	81.1	0.8	1.42	0.15	0.29	23.592	1.34	0.46	0.012	0.345	0.119	0.018	11.9
362	PVS-86	PVS-67	137.62	137.48	84.9	0.2	1.8	0.15	0.2	26.562	1.50	0.44	0.008	0.293	0.456	0.068	45.6
363	PVS-50	PVS-27	137.45	136.53	99.2	0.9	1.26	0.15	0.34	22.223	1.26	0.46	0.015	0.366	0.12	0.018	12
364	PVS-211	PVS-191	145.27	142.79	99.7	2.5	2.71	0.15	0.37	32.592	1.84	0.61	0.011	0.331	0.092	0.014	9.2
365	PVS-191	PVS-181	142.79	141.53	88.4	1.4	1.95	0.15	0.29	27.647	1.56	0.51	0.010	0.326	0.219	0.033	21.9
366	PVS-181	PVS-164	141.53	141.43	81.8	0.1	1.44	0.15	0.26	23.758	1.34	0.44	0.011	0.327	0.144	0.022	14.4
367	PVS-164	PVS-153	141.43	141.11	77.2	0.4	2.51	0.15	0.14	31.366	1.77	0.45	0.004	0.254	0.101	0.015	10.1
368	PVS-117	PVS-98	138.16	136.91	82.1	1.5	2.73	0.15	0.14	32.712	1.85	0.47	0.004	0.254	0.134	0.020	13.4
369	PVS-98	PVS-87	136.91	136.4	81.4	0.6	1.42	0.15	0.29	23.592	1.34	0.46	0.012	0.345	0.134	0.020	13.4
370	PVS-87	PVS-65	136.4	136.37	86.3	0.0	1.6	0.15	0.23	25.043	1.42	0.44	0.009	0.310	0.457	0.069	45.7
371	PVS-212	PVS-190	143.7	141.89	99.2	1.8	2.08	0.15	0.46	28.553	1.62	0.6	0.016	0.371	0.105	0.016	10.5
372	PVS-190	PVS-182	141.89	140.79	75.3	1.5	1.63	0.15	0.34	25.277	1.43	0.51	0.013	0.357	0.235	0.035	23.5
373	PVS-182	PVS-163	140.79	140.15	82.7	0.8	1.43	0.15	0.26	23.675	1.34	0.44	0.011	0.328	0.142	0.021	14.2
374	PVS-163	PVS-154	140.15	139.26	77.3	1.2	2.3	0.15	0.2	30.026	1.70	0.48	0.007	0.283	0.119	0.018	11.9
375	PVS-128	PVS-127	139.81	137.72	72.3	2.9	3.75	0.15	0.46	38.339	2.17	0.74	0.012	0.341	0.1	0.015	10



TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD	PENDIENTES (%)		DIÁM.	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis / Qll	Vdis/Vll	d/D	d DE DISEÑO	
	De	A	A. ARR.	A. ABA	(m)	TERRENO	TUBO	(m)	Qdis.	Qll	Vll	Vdis.				(m)	%
376	PVS-97	PVS-88	135.19	134.84	78.6	0.4	3.08	0.15	0.12	34.746	1.97	0.46	0.003	0.234	0.156	0.023	15.6
377	PVS-88	PVS-64	134.84	135.04	86.5	-0.2	1.8	0.15	0.2	26.562	1.50	0.44	0.008	0.293	0.475	0.071	47.5
378	PVS-64	PVS-53	135.04	135.14	98	-0.1	1.53	0.15	0.31	24.489	1.39	0.48	0.013	0.346	0.161	0.024	16.1
379	PVS-213	PVS-189	142.27	140.44	98.7	1.9	1.85	0.15	0.57	26.929	1.52	0.61	0.021	0.400	0.153	0.023	15.3
380	PVS-183	PVS-162	139.42	137.9	81.4	1.9	2.05	0.15	0.23	28.347	1.60	0.48	0.008	0.299	0.157	0.024	15.7
381	PVS-162	PVS-157	137.9	136.75	73.6	1.6	1.83	0.15	0.26	26.783	1.52	0.48	0.010	0.317	0.123	0.018	12.3
382	PVS-157	PVS-125	136.75	135.51	87.8	1.4	1.55	0.15	0.31	24.649	1.39	0.48	0.013	0.344	0.089	0.013	8.9
383	PVS-125	PVS-120	135.51	134.66	78.5	1.1	2	0.15	0.26	27.999	1.58	0.49	0.009	0.309	0.08	0.012	8
384	PVS-120	PVS-95	134.66	133.85	78	1.0	1.81	0.15	0.23	26.636	1.51	0.46	0.009	0.305	0.261	0.039	26.1
385	PVS-95	PVS-90	133.85	133.52	79.7	0.4	2.15	0.15	0.23	29.030	1.64	0.49	0.008	0.298	0.137	0.021	13.7
386	PVS-90	PVS-61	133.52	133.24	86.6	0.3	2.05	0.15	0.17	28.347	1.60	0.44	0.006	0.274	0.46	0.069	46
387	PVS-227	PVS-228	141.78	139.64	99.5	2.2	2.3	0.15	0.4	30.026	1.70	0.6	0.013	0.353	0.097	0.015	9.7
388	PVS-224	PVS-223	142.27	141.4	40.6	2.1	3.25	0.15	0.14	35.692	2.02	0.49	0.004	0.243	0.056	0.008	5.6
389	PVS-223	PVS-222	141.4	139.43	95.3	2.1	2.23	0.15	0.34	29.565	1.67	0.57	0.012	0.341	0.09	0.014	9
390	PVS-219	PVS-220	141.92	140.94	42.6	2.3	3.12	0.15	0.17	34.971	1.98	0.51	0.005	0.258	0.062	0.009	6.2
391	PVS-220	PVS-221	140.93	139.28	89.4	1.8	2.01	0.15	0.31	28.069	1.59	0.52	0.011	0.327	0.087	0.013	8.7
392	PVS-218	PVS-215	140.48	139.92	53.2	1.1	1.94	0.15	0.17	27.576	1.56	0.43	0.006	0.276	0.065	0.010	6.5
393	PVS-215	PVS-187	139.92	139.34	45.4	1.3	1.92	0.15	0.17	27.433	1.55	0.43	0.006	0.277	0.065	0.010	6.5
394	PVS-187	PVS-184	139.34	138.17	73.9	1.6	1.81	0.15	0.2	26.636	1.51	0.44	0.008	0.292	0.293	0.044	29.3
395	PVS-184	PVS-161	138.17	136.64	80.3	1.9	2.09	0.15	0.26	28.622	1.62	0.5	0.009	0.309	0.172	0.026	17.2
396	PVS-161	PVS-158	136.64	135.64	70.1	1.4	2.31	0.15	0.17	30.091	1.70	0.46	0.006	0.270	0.136	0.020	13.6
397	PVS-158	PVS-124	135.64	135.19	83.1	0.5	1.34	0.15	0.4	22.918	1.30	0.49	0.017	0.378	0.102	0.015	10.2
398	PVS-124	PVS-121	135.19	134.33	85.9	1.0	2.6	0.15	0.14	31.924	1.81	0.45	0.004	0.249	0.057	0.009	5.7
399	PVS-121	PVS-94	134.33	133.26	86.4	1.2	1.77	0.15	0.43	26.340	1.49	0.56	0.016	0.376	0.299	0.045	29.9
400	PVS-94	PVS-91	133.26	132.42	80.2	1.0	2.48	0.15	0.29	31.178	1.76	0.55	0.009	0.312	0.083	0.012	8.3
401	PVS-231	PVS-239	142.03	141.7	51.9	0.6	2.86	0.15	0.17	33.482	1.89	0.49	0.005	0.259	0.127	0.019	12.7

Tabla 3.3.2.3. Resultados del diseño Hidráulico de toda la red de alcantarillado.  
Fuente: Elaboración propia.



## Capítulo IV: Propuesta del diseño del sistema de tratamiento

La alternativa propuesta se basa en un sistema de lagunaje (compuesto por lagunas anaerobias primarias más laguna aerobia secundarias) debido al enorme caudal generado por el sistema de alcantarillado (151.55 l/s), y el aprovechamiento de procesos naturales que no necesitara consumo de energía eléctrica, y que tuviera un alto nivel de descomposición de la materia orgánica en el agua, que fuera de fácil manejo tanto en la operación como en el mantenimiento y además de bajo costo.

### 4.1. Tren de tratamiento preliminar

Como tratamiento preliminar se diseñó un canal de entrada, una reja y un desarenador de flujo horizontal doble y paralelo; éste tiene el objetivo de conducir las aguas al proceso de tratamiento y eliminar material en suspensión y con tamaño relativamente grande, que pueda afectar el buen funcionamiento de la planta. La metodología utilizada en los dispositivos fue la siguiente:

#### 4.1.1. Canal de entrada

El canal de aproximación tiene longitud de 5 m con ancho de 0.7 m y una altura de 0.5 m el cual conducirá un caudal de 151.55 l/s a una velocidad media de 0.512 m/s la cual no permite que se formen sedimentos en el fondo del canal. Los datos de entrada y cálculos efectuados se muestran en las tablas 4.1.1.1. y 4.1.1.2. respectivamente.

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Población	P	30280	hab.	
Dotación	Dotación	170	lppd	10,000 - 15,000 habt → 110 lppd (INAA)
Ancho de Canal	B	0.7	m	0.30 m - 0.70 m
Pendiente a lo largo del Canal	S	0.001	m/m	Asumido
Coeficiente de Manning	n	0.013		Concreto (INAA)
Borde Libre	BL	0.2	m	0.20 m - 0.3 m

**Tabla 4.1.1.1. Datos de entrada para el diseño de canal de entrada.**

**Fuente: Elaboración propia**



CÁLCULO	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudal Medio	Qm	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	47.6630	lts/seg	
			0.0477	m³/seg	
Caudal de Diseño	Qd	$Q_d = Q_{m\acute{a}x} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst}$	151.550	lts/seg	
			0.1516	m³/seg	
factor de sección	AR <sup>2/3</sup>	$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}}$	0.0623		K=M
Constante de Manning	$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}}$	$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}} = H_{m\acute{a}x} * B \left[ \frac{H_{m\acute{a}x} * B}{B + 2H_{m\acute{a}x}} \right]^{\frac{2}{3}}$	0.0623		M=K
Altura Máxima	Hmáx		0.2999	m	
Altura Media		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}} = H_m * B \left[ \frac{H_m * B}{B + 2H_m} \right]^{\frac{2}{3}}$		m	
		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}}$	0.0196		
		$H_m * B \left[ \frac{H_m * B}{B + 2H_m} \right]^{\frac{2}{3}}$	0.0196		
	Hmed		0.1331		
Velocidad Máxima	Vmáx	$V_{m\acute{a}x} = \frac{Q_d}{B * H_{m\acute{a}x}}$	0.722	m/seg	0.40 - 0.75 m/seg, CUMPLE
Velocidad Media	Vm	$V_m = \frac{Q_m}{B * H_m}$	0.512	m/seg	0.40 - 0.75 m/seg, CUMPLE
Área Mojada	At	$A_t = B * H_{m\acute{a}x}$	0.210	m²	
Altura del Canal	Hcanal		0.5	m	

**Tabla 4.1.1.2. Cálculos para el diseño del canal de entrada.**

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.1.2. Rejas

Es de limpieza manual con el mismo ancho y alto del canal y una inclinación de 45° con respecto a la horizontal, la velocidad de paso es de 0.895 m/seg y la pérdida es de tan solo 0.014 m cuando se encuentre parcialmente obstruida, muy por debajo de 0.15 m que es lo máximo permisible, todo esto es usando barras de 3/8 pulgadas. Las tablas 4.1.2.1. y 4.1.2.2. muestran los datos de entrada y resultados obtenidos.





DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Población	P	30280	hab.	
Dotación	Dotación	170	lppd	30,000 - 50,000 habt → 170 lppd (INAA)
Factor de Forma de la Barras (Coeficiente de la sección )	$\beta$	1.79		Circular = 1.79 , Rectangular = 2.42
Inclinación de Reja	$\theta$	45	°	3 0° - 45° con la Horizontal
Separación entre Barra	a	4	cm	2.0 cm - 5.00 cm
Espesor Barra	t	0.95	cm	0.50 cm - 1.50 cm
Ancho de Canal	B	0.7	m	0.30 m - 0.70 m
Ancho de Reja	b	0.7	m	Asumido
Pendiente a lo largo del Canal	S	0.001	m/m	Asumido
Coeficiente de Manning	n	0.013		Concreto
Borde Libre	BL	0.2	m	0.20 m - 0.3 m

**Tabla 4.1.2.1. Datos de entrada para el diseño de las rejillas de pre tratamiento.**

**Fuente: Elaboración propia.**

CÁLCULOS	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudal Medio	Qm	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	47.663	lts/seg	
			0.048	m³/seg	
Caudal de Diseño	Qd	$Q_d = Q_{m\acute{a}x} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst}$	151.550	lts/seg	
			0.152	m³/seg	
Altura Máxima		$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}} = H_{m\acute{a}x} * b \left[ \frac{H_{m\acute{a}x} * b}{b + 2H} \right]^{\frac{2}{3}}$		m	
		$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}}$	0.062		
		$H_{m\acute{a}x} * b \left[ \frac{H_{m\acute{a}x} * b}{b + 2H_{m\acute{a}x}} \right]^{\frac{2}{3}}$	0.062		
	Hmáx		0.299		
Altura Media de Agua antes de Reja		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}} = H_m * b \left[ \frac{H_m * b}{b + 2H} \right]^{\frac{2}{3}}$		m	
		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}}$	0.020		
		$H_m * b \left[ \frac{H_m * b}{b + 2H_m} \right]^{\frac{2}{3}}$	0.020		
	Hmed		0.1331		





Velocidad Máxima antes de la Reja	V <sub>máx</sub>	$V_{máx} = \frac{Q_d}{B * H_{máx}}$	0.724	m/seg	0.40 - 0.75 m/seg, Cumple
Velocidad Media antes de la Reja	V <sub>m</sub>	$V_m = \frac{Q_m}{B * H_m}$	0.512	m/seg	0.40 - 0.75 m/seg, Cumple
Área Total Mojada	A <sub>t</sub>	$A_t = b * H_{máx}$	0.209	m <sup>2</sup>	
Eficiencia	E	$E = \frac{a}{a + t}$	0.808		0.6 - 0.85 (CEPIS)
Área Útil	A <sub>u</sub>	$A_u = A_t * E$	0.169	m <sup>2</sup>	
Velocidad de Paso	V <sub>p</sub>	$V_p = \frac{Q_d}{A_u}$	0.895	m/seg	0.40 - 0.9 m/seg, Cumple

**Tabla 4.1.2.2. Cálculos para el diseño de las rejillas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

PÉRDIDAS EN REJAS					
Pérdida de Carga en Rejas Limpias	H <sub>f</sub>	$H_f = \beta * \left(\frac{t}{a}\right)^{\frac{4}{3}} * \sin \theta * \frac{V_m^2}{2g}$	0.008	m	< 0.15, Cumple
Pérdida de Carga en Rejas (Parcialmente Obstruida)	H <sub>fo</sub>	$h_{fo} = \left(\frac{E}{E_o}\right)^2 * H_f = \left(\frac{E}{0.75 * E}\right)^2 * H_f$	0.014	m	< 0.15, Cumple
Eficiencia (parcialmente obstruida)	E <sub>o</sub>	0.75 E	0.61		(0.5 - 0.75), (0.75 = Parcialmente Obstruida)

**Tabla 4.1.2. 3. Perdida en rejas de PTAR para el casco urbano de Nandaime.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 4.1.3. Desarenadores

Se encuentra a 1.00 m después de la Reja, es de 15.59 m de largo, 0.70 m de ancho y una profundidad total de 1.52 m, cabe mencionar que son dos unidades paralelas que funcionan para sedimentar el material mayor de 0.20 mm de las aguas que pasan a una velocidad promedio de 0.30 m/seg. El tiempo de retención de los sedimentos es de 15 días esperando un volumen de tolva propuesto de 6.55 m<sup>3</sup> para el caudal de diseño.

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Carga Superficial	Cs	1200	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día	700 - 1600 INAA
Caudal de Diseño	Qd	0.152	m <sup>3</sup> /seg	
Velocidad de flujo	V	0.3	m/seg	Valor sugerido por INAA
Diámetro de partícula	Ø	0.2	mm	> 0.2 mm, CEPIS
Velocidad de Sedimentación	Vs	0.021	m/seg	Ver tabla D-1-3a
Número de Desarenadores	No	2	und	
Tiempo de Retención de Sedimento en Tolva	t	15	días	Por Mantenimiento

**Tabla 4.1.3.1. Datos de entrada para diseño de Desarenadores.**

**Fuente: Elaboración propia.**



CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Ancho	B		0.70	m	Usar B de Canal de Entrada
Altura de Agua en el Canal de Llegada	H <sub>agua</sub>	$\frac{Q_d}{b * V}$	0.72	m	Canal de Entrada, ver Tabla 4.1.1.2
Borde libre	BL		0.20	m	Asumido
Largo	L	$\frac{V * H_{agua} * 86400}{C_s}$	15.59	m	OPS/OMS/CEPIS
Radio Hidráulico	Rh	A/P	0.2357	m	
		Rh <sup>2/3</sup>	0.3816		
Pendiente Longitudinal del Desarenador	S	$\left(\frac{n * V}{Rh^{2/3}}\right)^2$	0.0104	%	
Pérdidas en el desarenador	Hf	S * L	1.6285	mm	

**Tabla 4.1.3.2. Cálculo para las dimensiones del desarenador.****Fuente: Elaboración propia.**

Cantidad de material retenido	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Cantidad de material retenido	Cant.retenida		0.029	lts/m <sup>3</sup>	OPS/OMS/CEPIS
Volumen Sedimentado	V <sub>sed</sub>	$Q * Cant. retenida * t$	5695.855	lts	
Volumen requerido de tolva	Vol.Req.Tolva	V <sub>sed</sub> /1000	5.696	m <sup>3</sup>	
Altura de Tolva propuesta	H <sub>tolva</sub>		0.60	m	
Ancho	B		0.70	m	
Largo	L		15.59	m	
Volumen propuesto de tolva	V <sub>tolva</sub>	$H_{tolva} * b * l$	6.547	m <sup>3</sup>	≥Vol.Req.Tolva, Cumple
Altura Total del Desarenador	H <sub>total</sub>	$\Sigma H_{agua} + H_{tolva} + BL$	1.52	m	

**Tabla 4.1.3.3. Cálculos para volúmenes de tolva.****Fuente: Elaboración propia.**



#### 4.1.4. Medidor parshall

El medidor seleccionado tiene un ancho nominal de  $W = 9.00$  pulgadas, es de concreto reforzado y lleva una velocidad promedio de  $0.751$  m/seg a través del tramo contraído presentando un régimen supercrítico, que evitará la sedimentación de material.

Este se localiza después del desarenador a una distancia de  $0.70$  m.

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudales de Diseño	$Q_{\min}$	0.010	m <sup>3</sup> /seg	$> 0.0025$
	$Q_d$	0.1516	m <sup>3</sup> /seg	$< 0.252$
Ancho de Canal	B	0.7	m	
Ancho de Garganta	$W'$	0.35	m	$1/3 - 1/2$ de B
Ancho de Garganta Seleccionado	W	0.2290	m	Ver Criterios Anexo 1
Dimensiones de Canal Parshall Seleccionado	A	0.88	m	
	$2/3 A$	0.587	m	
	$W_c$	0.46	m	
	B	0.864	m	
	C	0.381	m	
	D	0.575	m	
	E	0.762	m	
	F	0.305	m	
	G	0.457	m	
	K	0.076	m	
	N	0.114	m	
	R	0.406	m	
	M	0.305	m	
	P	1.08	m	
	X	0.076	m	
	Y	0.076	m	
	k	0.535		
	n	1.53		

**Tabla 4.1.4.1. Datos entrada para cálculo de Medidor Parshall.**

**Fuente: Elaboración propia.**



A	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Carga Piezométrica en Wc (Tramo Convergente)	Ha	$\sqrt[n]{Q_{m\acute{a}x}/k}$	0.438	m	Despejando Q = KH <sup>n</sup>
Carga Piezométrica en Tramo Contraído	Hb	$\sqrt[n]{Q_{m\acute{i}n}/k}$	0.0719067	m	
Ahogamiento		$H_b/H_a$	16.399	%	< 60 %, Cumple
Velocidad en la Sección Wc	Vo	$\frac{Q}{W_c * H_a}$	0.751	m/seg	
Carga Total en la Sección Wc	Hc	$\frac{V_o^2}{2g} + H_a + M/4$	0.544	m	
Caudal Específico en W	Q	$Q/W$	0.662	m <sup>3</sup> /m/seg	
Angulo $\theta$	$\Theta$	$\cos^{-1} \left[ \frac{(-q * g)}{(2/3 * g * H_c)^{1/5}} \right]$	1.571	rad	
Velocidad antes del Resalto	V <sub>1</sub>	$2 \left[ \left( \frac{2g * E_o}{3} \right)^{0.5} * \cos \left( \frac{\theta}{3} \right) \right]$	3.27	m/seg	2.5 m/seg - 3 m/seg
Altura de Agua antes del Resalto	h <sub>1</sub>	$q/V_1$	0.203	m	
Froude	F	$\frac{V_1}{\sqrt{g * h_1}}$	2.316		Régimen Supercrítico
Altura de Agua en el Resalto	h <sub>2</sub>	$\frac{h_1}{2} \left[ \sqrt{(1 + 8F^2)} - 1 \right]$	0.570	m	h <sub>1</sub> < h <sub>2</sub> , OK!!
Velocidad en el Resalto	V <sub>2</sub>	$\frac{Q}{W * h_2}$	1.161	m/seg	
Altura de agua en la Salida del Canal	h <sub>3</sub>	$h_2 - (N - K)$	0.532	m	
Velocidad en la Sección de Salida	V <sub>3</sub>	$\frac{Q}{C * h_3}$	0.748	m/seg	
Pérdidas	hf	$\frac{(h_2 - h_1)^3}{4 * h_2 * h_1}$	0.107	m	

**Tabla 4.1.4.2. Cálculos para el medidor Parshall.**  
Fuente: Elaboración propia.



## 4.2. Tren de tratamiento de aguas residuales.

Determinado el tren de pre-tratamiento, se propuso un sistema de lagunaje, el cual constará de un tratamiento primario (Lagunas anaerobias) y uno secundario (Lagunas aerobias) esto se tomó como única y principal alternativa ya que uno de los principales criterios fundamentales fue el caudal de 151.55 lts/s, que es descargado por el sistema de alcantarillado, sabiendo que el sistema de lagunaje es capaz de retener grandes volúmenes de agua y así mismo se aprovecha la temperatura ambiental del municipio.

El sistema fue propuesto para responder a las características de las aguas residuales de Granada. Ver tabla de características de aguas residuales de Granada en Anexo 2.

### 4.2.1. Tratamiento Primario (Lagunas Anaerobias).

El tratamiento primario recibirá el agua residual bruta proveniente del sistema de pre-tratamiento y constará de dos lagunas anaerobias en paralelo, las cuales removerán lo más posible de cargas de DBO<sub>5</sub> y Coliformes fecales, para responder a un volumen de final de proyecto de 16473.9 m<sup>3</sup> por laguna, tales datos y demás valores de dimensionamiento se muestran más detalladamente a continuación.

DESCRIPCIÓN.	SÍMBOLO	FORMULAS	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Población	P		30,280	habt	
Dotación.	Dotación		170.00	lppd	
Aporte de Agua Residual			0.80		
Caudal Medio	Qm		47.663	lts/seg	
			4118080	lts/día	
			4118.08	m <sup>3</sup> /día	
DBO <sub>5</sub> Afluente	So		227.30	mg/lts	
Carga Per cápita de DBO <sub>5</sub> Afluente	Q	$S_0 * Dot * 0.8$	30.9128	gr/habt*día	
Coliformes Fecales en el Afluente.	CFA		2.00E+07	NMP/100ml	ENACAL

**Tabla 4.2.1.1. Datos de entrada.**

**Fuente: Elaboración propia.**



CÁLCULOS					
Carga Total Aplicada de DBO5	CTA	$s_0 * Q_m$	936.040	KgDBO/día	
Temperatura del Aire en el Mes más Frio.	$T_{aire}$		26.8	°C	INETER
Temperatura del Agua en el Mes más Frio	$T_a$	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	28.9	°C	
Carga Superficial Máxima	$CS_{m\acute{a}x}$	$357.4 * (1.085^{(T_a - 20^{\circ}C)})$	737.599	KgDBO/Ha*día	Perú, CEPIS
Carga Superficial Aplicada	CSA	$CSA = 0.8 * CS_{m\acute{a}x}$	590.079	KgDBO/Ha*día	(70-90%) $CS_{m\acute{a}x}$
Área Total de Lagunas Facultativas	$A_t$	$CTA/CSA$	1.586	Ha	
			15862.952	m <sup>2</sup>	
Número de Laguna	N		2	unid.	Asumida
Área Requerida por Laguna	$A_u$	$\frac{A_t}{N}$	7931.476	m <sup>2</sup>	

**Tabla 4.2.1.2. Cálculos efectuados para laguna primaria.**  
Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO					
Altura de agua	H		2.5	m	1.5 - 2.5 asumida INAA
Relación Largo/Ancho	n	$L/B$	2	m	2:1 - 4:1
Ancho en Superficie de Agua	B	$\sqrt{\left(\frac{A_u}{n}\right)}$	62.974	m	
Longitud en Superficie de Agua	L	$n * B$	125.948	m	
Talud Interno de Laguna	z	1/3	1/3		
Ancho Interior	b	$B - (2 * H/z)$	47.974	m	
Longitud Interior	l	$L - (2 * H/z)$	110.948	m	
Volumen de Laguna	V	$\frac{H}{6} * [B * (2L + l) + b(2l + L)]$	16473.896	m <sup>3</sup>	
Período Retención	Pr	$\frac{V}{Q_m/N}$	8.0	días	7 - 15 días, Cumple
BORDE LIBRE					
Aumento de largo y Ancho del perimetraje superior (L y B)	BL		2.000	m	
Ancho Total	Bt	$B + BL$	64.974	m	
Longitud Total	Lt	$L + BL$	127.948	m	
Altura Total	Ht	$H + (BL * Z)$	2.833	m	

**Tabla 4.2.1.3. Cálculos efectuados para dimensionamiento de laguna primaria.**  
Fuente: elaboración propia.



REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DBO5					
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	$K_{20^{\circ}C}$	$\frac{P_r}{-14.77 + 4.46 * P_r}$	0.383	$d^{-1}$	
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente	$K_{d(Ta)}$	$K_{20^{\circ}C} * 1.085^{(T_a - 20^{\circ}C)}$	0.790	$d^{-1}$	
a. MARAIS CHOW					
DBO Remanente en el Efluente	S	$\frac{S_o}{1 + (K_d * P_r)}$	31.065	mg/lt	No Cumple
Porcentaje Remanente de DBO5 en el Efluente	%S	$100 * (S/S_o)$	13.667	%	
Porcentaje Removido DBO5 del Afluente		$100 - \%S$	86.333	%	
b. CEPIS ( Dr. YANEZ )					
Carga Superficial Removida	CSremov	$7.67 + (0.8063 * CSA)$	483.451	kgDBO/Ha*día	
Carga Superficial Remanente	CSreman	$CSA - CS_{reman}$	106.628	kgDBO/Ha*día	
Porcentaje Remanente DBO5 en el Efluente	%CSreman	$100 * (CS_{reman}/CSA)$	18.070	%	
Porcentaje Removido DBO5 del Afluente		$100 - \%CS_{reman}$	81.930	%	
Carga Total Aplicada en el Efluente	CTA <sub>efluente</sub>	$CS_{reman} * A_t$	169.144	KgDBO/día	
Concentración DBO5 en el Efluente	S	$\frac{CTA_{efluente}}{Q_m}$	41.074	mgDBO/lts	No Cumple
c. THIRIMURTY					
Factor Geométrico	X	$n$	2		
Factor de Dispersión	D	$\frac{S_o * 4 * a * e^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1+a)^2}$	0.465		< 1, Cumple
Factor "a" de DBO5	A	$\sqrt{1 + (4 * K_{d(Ta)} * d * P_r)}$	3.571		
DBO Remanente en el Efluente	S	$\frac{x}{-0.26118 + 0.25392x + 1.01368x^2}$	9.795	mgDBO/lts	< 30 mg/lts, Cumple
Porcentaje Remanente DBO en el Efluente	%S	$100 * (S/S_o)$	4.309	%	
Porcentaje Removido DBO del Afluente		$100 - \%S$	95.691	%	

**Tabla 4.2.1.4. Cálculos efectuados para la remoción de DBO5 de laguna primaria.**  
**Fuente: Elaboración propia.**





REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES					
a. MARAIS CHOW					
Coeficiente de Mortandad de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a - 20)}$	1.532		
Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	CFE	$\frac{CFA}{1 + K_b + P_r}$	1.51E+06	NMP /100 ml	No Cumple
Porcentaje de Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	%CFE	$100 * (CFE / CFA)$	7.543	%	
Porcentaje de Coliformes Fecales Removido del Afluente		$100 - \%CFE$	92.457	%	
b. THIRIMURTY					
Factor "a"	A	$\sqrt{1 + (4 * K_b * d * P_r)}$	4.878	Adimensional	
Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	CFE	$\frac{CFA * 4 * a * e^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1 + a)^2}$	1.745E+05	NMP*/100ml	No Cumple
Porcentaje de Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	%CFE	$100 * (CFE / CFA)$	0.872	%	
Porcentaje de Coliformes Fecales Removido del Afluente		$100 - \%CFE$	99.128	%	

**Tabla 4.2.1.5. Cálculos efectuados para la remoción de coliformes fecales de laguna primaria.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Se obtuvieron los siguientes valores de eficiencia para la demanda de DBO5 Y Coliformes fecales en las lagunas primarias. Tales resultados se muestran en la tabla 4.2.1.6.

CÁLCULO DE EFICIENCIA DE LA LAGUNA PRIMARIA				
Eficiencia DBO5 Morrais chow	EDBO5	$= \frac{DBO5 \text{ influente} - DBO5 \text{ remanente en efluente}}{DBO5 \text{ influente}}$	86.33	%
Eficiencia DBO5 Thirimurty	EDBO5		95.69	%
Eficiencia coliformes fecales Morrais chow	ECF	$= \frac{Coliformes \text{ influente} - coliformes \text{ efluente}}{coliformes \text{ influente}}$	92.46	%
Eficiencia coliformes fecales Thirimurty	ECF		99.13	%

**Tabla 4.2.1.6. Eficiencias obtenidas en lagunas primarias.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Según los valores obtenidos, el sistema presenta una alta eficiencia, pero aun así, no cumple con la remoción satisfactoria de coliformes fecales, es por esto que se procede a proponer el sistema secundario de lagunas aerobias.

**4.2.2. Tratamiento secundario (lagunas aerobias).**

El tratamiento secundario recibirá el agua residual procedente del sistema primario y constará de una laguna aerobia, la cual removerá lo más posible de cargas remanentes de DBO<sub>5</sub> y Coliformes fecales logradas por sistema primario. A continuación, se presentan los siguientes resultados para el dimensionamiento y eficiencia del sistema propuesto.

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	FORMULAS	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudal Medio	Q <sub>m</sub>		47.663	lps	
			4118080.00	lpd	
			4118.080	m <sup>3</sup> /d	
DBO <sub>5</sub> Afluente (Efluente de Lag. Fac. Sec.)	S <sub>o</sub>	<i>Marais Chow</i>	31.065	mg/l	
		<i>CEPIS</i>	41.074	mg/l	
		<i>Thirimurty</i>	9.795	mg/l	
Coliformes Fecales Afluentes (Efluente de Lag. Fac. Sec.)	CFA	<i>Marais Chow</i>	1.509E+06	NMP/100ml	
		<i>Thirimurty</i>	1.745E+05	NMP/100ml	
Carga Total Aplicada (según Marais Chow, CEPIS y Thirimurty, respectivamente)	CTA	$S_o * \text{Dot} * 0.8$	127.928	Kg/día	
			169.144	Kg/día	
			40.335	Kg/día	
Área Total de Lagunas Aeróbicas	A <sub>t</sub>	<i>Área Total de Lag. Fac. Sec.</i>	2.379	Ha	
			23794.428	m <sup>2</sup>	
Número de Lagunas	N		1.000	unid.	
Área Requerida por Laguna	A <sub>u</sub>	$A_t / N$	2.379	Ha	
			23794.428	m <sup>2</sup>	
Carga Superficial Aplicada (según Marais Chow y Thirimurty, respectivamente)	CSA	$CTA / A_t$	53.764	Kg DBO/Ha*d	< 150, Cumple
			16.951	Kg DBO/Ha*d	< 150, Cumple

**Tabla 4.2.2.1. Datos de entrada para el dimensionamiento de Lagunas aerobias.****Fuente: Elaboración propia.**



DIMENSIONAMIENTO POR LAGUNA					
Altura de Agua	H		1.500	m	1.00 - 1.50 m
Relación Largo/Ancho	n	$L/B$	2.0	m	2:1 - 4:1
Ancho en Superficie de Agua	B	$\sqrt{\left(\frac{A_u}{n}\right)}$	109.074	m	
Longitud en Superficie de Agua	L	$n * B$	218.149	m	
Talud Interno de Laguna	z	$1/3$	1/3		
Ancho Interior	b	$B - (2 * H/Z)$	100.074	m	
Longitud Interior	l	$L - (2 * H/Z)$	209.149	m	
Volumen de Laguna	V	$\frac{H}{6} * [B(2L + l) + b(2l + L)]$	33523.386	m <sup>3</sup>	
Período Retención	Pr	$\frac{V}{Q_m/N}$	8.141	días	5 - 15 días, Cumple

**Tabla 4.2.2.2. Dimensionamiento para cada laguna del sistema secundario y periodo de retención.**

**Fuente: Elaboración propia.**

BORDE LIBRE Y CANAL				
Aumento de largo y Ancho del perimetraje superior (L y B)	BL		2.000	m
Ancho Total	Bt	$B + BL$	111.074	m
Longitud Total	Lt	$L + BL$	220.149	m
Altura Total	Ht	$H + (BL * Z)$	1.833	m
CANAL CON PANTALLA DEFLECTORA				
Ancho de Canal	Bdisp	$B/3$	36.358	m
Longitud de Canal	Ldisp	$3L$	654.446	m

**Tabla 4.2.2.3. Dimensionamiento para Borde libre y canal de laguna aerobia.**

**Fuente: Elaboración propia.**



1. REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DBO5					
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	$K_{20^{\circ}\text{C}}$	$\frac{P_r}{-14.77 + 4.46 * P_r}$	0.378	$\text{d}^{-1}$	
Temperatura del Aire en el Mes más Frio.	$T_{\text{aire}}$		26.80	$^{\circ}\text{C}$	
Temperatura Superficial del Agua.	$T_a$	$10.443 + (0.688 * T_{\text{aire}})$	28.9	$^{\circ}\text{C}$	
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente	$K_d(T_a)$	$K_{20^{\circ}\text{C}} * 1.085^{(T_a - 20^{\circ}\text{C})}$	0.780	$\text{d}^{-1}$	
a. MARAIS CHOW					
DBO Remanente en el Efluente	S	$\frac{S_o}{1 + (K_d * P_r)}$	4.226	mg/lit	< 30 mg/lts, Cumple
Porcentaje Remanente de DBO5 en el Efluente	%S	$100 * \left(\frac{S}{S_o}\right)$	13.605	%	
Porcentaje Removido DBO5 del Afluente		$100 - \%S$	86.395	%	
b. CEPIS ( Dr. Yáñez)					
Carga Superficial Aplicada de Lag. Facultativa Primaria	CSA Lag. Fac. Prim		590.079	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha*d	
Relación DBO <sub>total</sub> /DBO <sub>Soluble</sub>		$DBO_{\text{total}}/DBO_{\text{Soluble}}$	1.70		Ver Anexo 3
Carga Superficial Remanente en Lag. Facultativa Primaria	CS <sub>reman. Lag. Fac. Prim.</sub>		106.628	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha*d	
Carga Superficial Aplicada (según CEPIS)	CSA (CEPIS)	$(DBO_{\text{total}}/DBO_{\text{Soluble}}) * CS_{\text{reman. Lag. Fac. Prim.}}$	181	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha*d	FALSO
Carga Superficial Removida	CS <sub>remov</sub>	$0.765 * CSA (CEPIS) - 0.8$	137.870	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha*d	
Carga Superficial Remanente	CS <sub>reman</sub>	$CSA (CEPIS) - CS_{\text{remov}}$	43.398	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha*d	
Carga Total en el Efluente	CTA <sub>efluente</sub>	$CS_{\text{reman}} * A_t$	103.263	Kg/día	
Concentración de DBO5 en el Efluente	S	$CTA_{\text{efluente}}/Q_m$	25.076	mg/l	< 30 mg/lit, Cumple
c. THIRIMURTY					
Factor Geométrico	x	$L_{\text{disp}}/B_{\text{disp}}$	18		
Factor de dispersión	d	$\frac{x}{-0.26118 + 0.25392x + 1.01368x^2}$	0.054		
Factor "a" de DBO5	a	$\sqrt{1 + (4 * K_d(T_a) * d * P_r)}$	1.541		
DBO Remanente en el Efluente	S	$\frac{S_o * 4 * a * e^{\left(\frac{1-a}{2a}\right)}}{(1 + a)^2}$	0.063	mg/lit	< 30 mg/lit, Cumple
Porcentaje Remanente DBO en el Efluente	%S	$100 * \left(\frac{S}{S_o}\right)$	0.644	%	
Porcentaje Removido DBO del Afluente		$100 - \%S$	99.356	%	

**Tabla 4.2.2.4. Tabla de remoción de materia orgánica DBO5.**

**Fuente: Elaboración propia.**



2. REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES					
a. MARAIS CHOW					
Coeficiente de Mortandad de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a - 20)}$	1.532		
Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	CFE	$\frac{CFA}{1 + K_b + P_r}$	1.12E+05	NMP/100 ml	No Cumple
Porcentaje de Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	%CFE	$100 * (CFE / CFA)$	7.423	%	
Porcentaje de Coliformes Fecales Removido del Afluente		$100 - \%CFE$	92.577	%	
b. THIRIMURTY					
Factor "a"	a	$\sqrt{1 + (4 * K_b * d * P_r)}$	1.923	Adimensional	
Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	CFE	$\frac{CFA * 4 * a * e^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1 + a)^2}$	3.093E+01	NMP/100 ml	< 1.00E+3, Cumple
Porcentaje de Coliformes Fecales Remanente en el Efluente	%CFE	$100 * (CFE / CFA)$	0.018	%	
Porcentaje de Coliformes Fecales Removido del Afluente		$100 - \%CFE$	99.982	%	

**Tabla 4.2.2.5. Remoción de Coliformes fecales por los métodos Marais chow y Thirimurty.**  
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de eficiencia de la laguna secundaria aerobia.				
Eficiencia DBO5 Morrais chow	EDBO5	$\frac{DBO5 \text{ influente} - DBO5 \text{ remanente en efluente}}{DBO5 \text{ influente}}$	86.40	%
Eficiencia DBO5 Thirimurty	EDBO5		99.83	%
Eficiencia coliformes fecales Morrais chow	ECF		92.58	%
Eficiencia coliformes fecales Thirimurthy	ECF	$\frac{\text{Coliformes influente} - \text{coliformes efluente}}{\text{coliformes influente}}$	99.98	%

**Tabla 4.2.2.6. Eficiencia de laguna aerobia.**  
Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.3. Eficiencia de todo el sistema de tratamiento.

Para el tratamiento secundario, los resultados del efluente se estiman que sean eficientes, además que se valoró la eficiencia de todo el sistema, cumpliendo con la calidad solicitada por el decreto 33-95 del MRENA referido a la remoción de DBO5 y coliformes fecales, así como periodos de retención, etc. Lográndose una eficiencia de 99.97 % en la remoción de DBO5 y un 100% en la remoción de coliformes fecales habiendo utilizado los resultados por Método de THIRIMURTHY para de la evaluación de estas eficiencias. La eficiencia de todo el sistema se puede observar en la tabla 4.2.3.1. que se muestra a continuación.

Eficiencia de todo el sistema propuesto				
Eficiencia DBO5 Morraiss chow	EDBO5	$= \frac{DBO5 \text{ influente} - DBO5 \text{ remante en efluente}}{DBO5 \text{ influente}}$	98.14	%
Eficiencia DBO5 Thirimurty	EDBO5	$= \frac{DBO5 \text{ influente} - DBO5 \text{ remante en efluente}}{DBO5 \text{ influente}}$	99.97	%
Eficiencia coliformes fecales Morraiss chow	ECF	$= \frac{Coliformes \text{ influente} - coliformes \text{ efluente}}{coliformes \text{ influente}}$	99.44	%
Eficiencia coliformes fecales Thirimurty	ECF	$= \frac{Coliformes \text{ influente} - coliformes \text{ efluente}}{coliformes \text{ influente}}$	100.00	%

**Tabla 4.2.3.1. Eficiencias de todo el sistema de tratamiento.**

**Fuente: Elaboración propia.**



## Capítulo V: Descripción de impacto ambiental

### 5.1. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

En el presente, el control, la normativa de los estudios y la evaluación de impacto ambiental para los proyectos de desarrollo están asignado al ministerio del ambiente y recursos naturales (MARENA), por medio de la Ley creadora del MARENA 1-94, la ley 290 de la organización del estado, la ley general del ambiente (Ley 217)<sup>7</sup> y su reglamento y el Decreto para la administración de EIA y permisos ambientales por decreto (45-94).

### 5.2. Instrumentos ambientales del SISGA<sup>8</sup> y su relación en el marco legal nacional

A través del Decreto 76-2006 se cuentan con elementos que reglamentan el sistema de evaluación ambiental de Nicaragua, mediante la cual se establecen que el estudio de perfil de proyecto está considerado como un proyecto de categoría ambiental 5, quedando sujeto a una valoración de impacto ambiental.

Categoría ambiental V: Agrupa proyectos de inversión pública que no están regidos al conjunto de procesos ambientales de Ley por su baja incidencia ambiental. Sin embargo, debe ajustarse a ciertas normativas ambientales y monitoreo.

### 5.3. Resumen de la valoración ambiental del proyecto

Las actividades impactantes relacionadas son: Preliminares, Movimiento de tierras, obras sanitarias, relleno y compactación, construcción de pozos de visitas, conexiones domiciliarias, estructura de acero y concreto, limpieza fina y entrega. Los resultados que describen el impacto ambiental se expresan mediante las matrices de Millán.

---

<sup>7</sup> Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (2006). *Decreto 76-2006. Sistema de Evaluación Ambiental*. Publicado en la Gaceta Diario Oficial No. 248 de 22 de diciembre de 2006.

<sup>8</sup> Manual de sistemas de gestión ambiental (SISGA)





#### 5.4. Evaluación cualitativa de los impactos en la construcción

A continuación, se presenta de manera cualitativa los impactos esperados en la construcción del anteproyecto de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Nandaime, desarrollados a partir de matrices de evaluación de Millán.

##### 5.4.1. Matriz causa-efecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL ANTEPROYECTO CONSTRUCCION DE A.S. DE NANDAIME.									
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									M001
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN							
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		Preliminares	Movimiento de Tierra (excavación)	Obras Sanitarias	Relleno y compactación	Const. De PVS	Conexiones.	Estructura de acero y	Limpieza final y entrega
FACTOR	CO D	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
CLIMA	M1	x	x						
CALIDAD DEL AIRE	M2	x	x		X		x		x
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	x		X		x	x	x	x
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	x	x			x			x
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5		x						
SUELO	M6	x	x	X		x			x
VEGETACION	M7	x	x					x	
PAISAJE	M8		x						
TRANSPORTE	M9		x	X	X	x	x		
HAVITAT HUMANO	M10			X			x		
ESPACIOS PUBLICOS	M11		x						
PAISAJE URBANO	M12		x					x	
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M13		x						
SALUD	M14		x						
ESTILO Y CALIDAD DE VIDA	M15		x			x			
FACTORES SOCIOCULTURALES	M16								
VULNERABILIDAD	M17			X					
ECONOMIA	M18								

**Tabla 5.4.1.1. Matriz de causa-Efecto (EIA) de impactos negativos.**

**Fuente: Elaboración propia.**



5.4.2. Matriz de valoración de impacto.


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO CONSTRUCCION DE UN A.S DE NANDAIME .																																																																						
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																										 <b>M002</b>																																												
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																																																					
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1		2	4	1	2	4	8	12	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
Naturalez a	Intensidad (grado de destrucción)						Extensión (Área de influencia)						Momento (plazo de manifestación )			Persistencia (permanenci a del efecto)			Reversibilidad (recuperabilida d)			Acumulació n (incremento progresivo)			Probabilidad (certidumbre de aparición)			Efecto (relació n causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación )			Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)						S	S																														
Signo	I						Ex						Mo			Pr			Rv			Ac			Pb			Ef		Pr			PS						S	S																														
C1M1	(-)	1						2						2			2			2			2			4			4		1			1						-25	100																													
C1M2	(-)	1						1						4			2			1			1			4			4		1			1						-23	100																													
C1M3	(-)	4						1						4			2			1			1			4			4		1			2						-33	100																													
C1M4	(-)	2						2						4			2			2			2			4			4		1			2						-31	100																													
C1M6	(-)	1						1						4			2			1			1			4			1		1			1						-20	100																													
C1M7	(-)	1						1						4			2			1			1			4			4		1			1						-23	100																													
C2M1	(-)	1						1						4			2			1			1			4			4		1			2						-24	100																													
C2M2	(-)	2						1						4			2			1			2			4			4		1			2						-28	100																													
C2M4	(-)	1						1						4			2			1			1			4			1		1			2						-21	100																													
C2M5	(-)	1						1						4			2			1			1			4			4		1			1						-23	100																													
C2M6	(-)	1						4						1			2			2			1			4			4		1			2						-28	100																													
C2M7	(-)	2						1						4			4			2			1			4			4		1			1						-29	100																													
C2M8	(-)	2						1						4			2			1			1			4			4		2			1						-27	100																													
C2M9	(-)	2						2						2			2			2			2			4			4		1			2						-29	100																													
C2M11	(-)	2						2						4			2			1			1			4			4		4			2						-32	100																													
C2M12	(-)	2						2						4			2			2			2			4			4		4			4						-36	100																													
C2M13	(-)	2						2						4			1			1			2			4			4		1			2						-29	100																													
C2M14	(-)	8						2						4			2			2			2			4			4		1			4						-51	100																													
C2M15	(-)	2						2						2			2			1			2			4			4		2			2						-29	100																													
C3M3	(-)	4						4						2			2			1			2			4			4		4			4						-43	100																													
C3M6	(-)	8						4						2			2			2			2			4			4		1			1						-50	100																													
C3M9	(-)	4						4						4			2			1			2			4			4		4			4						-45	100																													
C3M10	(-)	4						4						4			1			1			1			4			4		1			2						-38	100																													
C3M17	(-)	2						1						4			2			1			2			4			4		4			4						-33	100																													
C4M2	(-)	2						2						4			1			2			1			4			4		1			1						-28	100																													
C4M9	(-)	2						2						4			1			1			2			4			4		4			4						-34	100																													
C5M3	(-)	1						2						4			2			1			2			4			4		2			4						-30	100																													
C5M4	(-)	1						1						1			1			1			1			4			4		1			1						-19	100																													
C5M6	(-)	4						2						4			2			2			1			4			4		1			4						-38	100																													
C5M9	(-)	4						2						4			1			2			1			4			4		4			4						-40	100																													
C5M15	(-)	4						4						4			1			1			2			4			4		4			4						-44	100																													
C6M2	(-)	2						2						4			1			1			1			4			4		4			2						-31	100																													
C6M3	(-)	1						1						4			1			1			1			4			1		1			1						-19	100																													
C6M9	(-)	2						4						4			1			1			2			4			4		2			1						-33	100																													
C6M10	(-)	2						1						4			1			1			1			4			4		1			2						-26	100																													
C7M3	(-)	2						1						4			2			4			1			4			4		1			1						-29	100																													
C7M7	(-)	4						1						4			2			2			1			4			4		1			1						-33	100																													
C7M12	(-)	1						2						2			2			1			1			4			4		1			1						-23	100																													
C8M2	(-)	2						4						4			1			1			2			4			4		1			2						-33	100																													
C8M3	(-)	4						2						1			1			1			2			4			4		4			4						-37	100																													
C8M4	(-)	1						1						2			1			1			2			4			4		1			1						-21	100																													
C8M6	(-)	1						2						4			1			2			1			4			4		1			1						-25	100																													

Tabla 5.4.2. 1. Matriz de valoración de impactos.  
Fuente: Elaboración propia-



## 5.4.3. Matriz de importancia de impacto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE AS DE NANDAIME .													
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS											M003		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN											
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO											
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Obra sanitaria	Relleno y compactación	Construcción de pozos de visita	Conexiones	Estructura de acero y concreto	Limpieza final y entrega	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración	
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8				
CLIMA	M1	-25	-24							-49	200	-25	
CALIDAD DEL AIRE	M2	-23	-28		-28		-31		-33	-143	500	-29	
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	-33		-43		-30	-19	-29	-37	-191	600	-32	
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-31	-21			-19			-21	-92	400	-23	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5		-23							-23	200	-12	
SUELO	M6	-20	-28	-50		-38			-25	-161	500	-32	
VEGETACION	M7	-23	-29					-33		-85	300	-28	
PAISAJE	M8		-27							-27	100	-27	
TRANSPORTE	M9		-29	-45	-34	-40	-33			-181	500	-36	
HAVITAT HUMANO	M10			-38			-26			-64	200	-32	
ESPACIOS PUBLICOS	M11		-32							-32	100	-32	
PAISAJE URBANO (estética)	M12		-36					-23		-59	200	-30	
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M13		-29							-29	100	-29	
SALUD	M14		-51							-51	100	-51	
CALIDAD DE VIDA	M15		-29			-44				-73	200	-37	
FACTORES SOCIOCULTURALES	M16									0	200	0	
VULNERABILIDAD	M17			-33						-33	100	-33	
Valor Medio de Importancia		-31											
Dispersión Típica		8											
Rango de Discriminación		-39											
Valor de la Alteración		-155	-386	-209	-62	-171	-109		-116	-1293			
Máximo Valor de Alteración		1500	1400	600	200	700	300		400		4500		
Grado de Alteración		-10	-28	-35	-31	-24	-36		-29			-29	

Tabla 5.4.3.1. Matriz de importancia de impacto.

Fuente: Elaboración propia.

Valor por encima del rango		IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

De acuerdo a la matriz de valoración vemos que los impactos son bastante negativos, pero como se ve en los colores, solo se muestran en verde y amarillo, y se catalogan como impactos irrelevantes y moderados, que no alcanzan a ser impactos críticos de mayor importancia. Aun así, es importante que los aspectos negativos sean disminuidos tomando medidas de mitigación que ayuden a no afectar el ambiente.



## **Capítulo 6: Costos del anteproyecto de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del casco urbano del municipio de Nandaime.**

### **6.1. Introducción**

Dentro de la construcción, el control de la presupuestación de la obras presentan particularidades propias de cada una de ellas, en virtud de las características que diferencian este tipo de obras, al involucrar una serie de procesos y operaciones extensas, donde cada una implica métodos de construcción, equipos y maquinarias, mano de obra diferentes, al existir lugares de trabajo siempre diferentes, personal en la obra variados: profesionales, obreros calificados, obreros no calificados, cuyos costos por lo tanto son variables y difíciles de controlar.

Cada obra en particular requiere ser cuidadosamente ser estudiada y analizada desde todos los puntos de vistas: Normas específicas institucionales, métodos constructivos a utilizar, disponibilidad de recursos financieros, materiales y mano de obra, modalidad de contratación, fluctuaciones en el mercado, tiempos de ejecución, ajuste de precios, etc.

El presupuesto debe incluir el análisis del costo de cada elemento que interviene en la construcción de la obra. Presupone el precio de la obra en determinadas circunstancias, por lo que es un valor aproximado, no preciso.

### **6.2. Elaboración del presupuesto**

Para elaborar un presupuesto se requiere determinar todos los conceptos que intervienen en una obra. Para ello, es necesario conocer el trabajo a realizar, estudiando los planos arquitectónicos, estructurales, y de instalaciones. Debe verificarse que se contemplen todos los conceptos con las características y cualidades deseadas, previamente definidas en las especificaciones técnicas.



### **6.2.1. Etapas de elaboración de presupuesto.**

1. Con base a los planos se determinaron las partidas y se elaboraron los catálogos de conceptos que intervienen en la obra.
2. Se procedió a realizar la cuantificación por concepto de trabajo
3. Una vez conocida la cuantificación por concepto de trabajo, se procedió a cuantificar los materiales a utilizarse en cada concepto y en la calidad especificada.
4. Habiendo definido la relación de materiales y su cantidad se deberán investigar los precios en el mercado de zona.
5. Se formarán las cuadrillas de trabajo y su costo por jornada de mano de obra que intervienen en la ejecución de los trabajos.
6. Una vez analizados los costos directos anteriores y conociendo los costos indirectos de operación que intervienen durante el proceso de la obra se procede a formar los precios unitarios de cada concepto de trabajo.
7. Con los análisis de precios unitarios, aplicados a los volúmenes a ejecutar, se obtiene el presupuesto de la obra. Del buen cálculo de estos costos, dependerá la determinación de la rentabilidad del proyecto.

### **6.2.2. Cuantificación del presupuesto.**

Las cantidades de cada concepto serán tomadas de los planos correspondientes, considerando las características de cada uno respecto a su unidad de medida denotando el total de obra a ejecutar.



### **6.3. Parámetros consideraremos para la estructura de costos<sup>9</sup>**

#### **6.3.1. Costo directo.**

Se calculará para cada concepto de obra, y se dividirá entre las respectivas cantidades de obra estimadas con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo para cada concepto. Los recursos o componentes de cada Costo Unitario Directo podrán ser de cuatro tipos: maquinaria o equipos, mano de obra, materiales y herramientas

#### **6.3.2. Costos indirectos.**

Serán los costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra.

#### **6.3.3. Costos administrativos**

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salarios, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

#### **6.3.4. Costos de Utilidad.**

Son los costos previstos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta la oferta y la demanda del sector construcción.

---

<sup>9</sup> Manual de presupuesto de obras municipales



#### 6.4. Costos globales aplicados

Para el cálculo de costos del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado se hizo un costo global en el cual se tomó como base costos reales y actuales del proyecto alcantarillado sanitario en todo Masaya llevado a cabo por empresa Grupo SETA “tratamiento de aguas “. Aplicando el IVA<sup>10</sup> y el IM<sup>11</sup> al costo de los materiales del proyecto.

Para el cálculo de los costos para la planta de tratamiento, se tomó como guías bases: el catálogo de etapas y sub-etapas del FISE 2014, para proyectos de sistemas de alcantarillado sanitario aplicando el IVA y el IM al costo de los materiales del proyecto.

##### 6.4.1. Criterios considerados para la elaboración del costo.

- Costos indirectos de operación 15 por ciento del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado 15 por ciento del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal 1 por ciento del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades 15 por ciento del sub total de los costos directos.

---

<sup>1010</sup> Impuesto de Valor Agregado.

<sup>11</sup> Impuesto Municipal





### 6.5. Costo y presupuesto de la propuesta de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento.

El Costo y Presupuesto de cada una de las obras diseñadas y presentadas se resume en la tabla 6.5.1., la cual presenta el costo total tanto del sistema de alcantarillas como el sistema de tratamiento de la propuesta presentada, se presenta en valor de total y per cápita.

El detalle de costo de todo el sistema se encuentra en los anexos 4 a anexo 11.

Costos totales de alcantarillado y planta de tratamiento		
Sistema Propuesto	costo \$	
	Total	Per Cápita
Red de alcantarillado	4,304,713.87	142.16
Op. Y Mantenimiento de red	147,860.94	4.88
Planta de Tratamiento	2,128,397.29	70.29
Op. Y Mant. De PTAR	357,582.8229	11.81
Total	6,938,554.92	229.15

**Tabla 6.5.1. Costos totales del Sistema de Alcantarillado Sanitario.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Según lo que se aprecia en la tabla anterior, el costo total del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de Nandaime será de 6,938,554.92 dólares, con un valor Per cápita de 229.15 dólares para los 20 años de vida útil del sistema.



## Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

La población de Nandaimé proyectada en la propuesta de Diseño a 20 años es de 33,488 habitantes equivalente al 100% de la población de, incluyendo 2 área de expansión futura; la zona 1, está ubicada al norte del barrio Rommel Carrasquilla y la zona 2, al noreste de del reparto Monte Grande.

Según la topografía obtenida a través de los softwares Google Earth, Global Mapper, AutoCAD; el relieve del terreno permite un drenaje de norte a sureste por lo que beneficia la evacuación de las aguas hacia el sitio propuesto para su tratamiento.

Para la población de diseño, la cual presenta una dotación de 170 lppd según las consideraciones tomadas del INAA; el caudal de diseño determinado para el periodo de 20 años será de 151.55 lts/s; y el caudal medio será de 47.66 lts/s, asimismo el caudal de infiltración será de 0.9829 l/s.

Se diseñó la red de alcantarillado sanitario de tipo convencional utilizando el software SEWERCAD Select serie 5, acatando las normativas técnicas de diseño “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de abastecimiento de aguas residuales”, la cual drenará en su totalidad por gravedad según la topografía del terreno, favoreciendo al 90% de la población de diseño.

Esta red en su totalidad está compuesta de tubería de PVC ASTM F949 Y SDR-41 con diámetros de 6” a 16” con una longitud de tubería de 29486.2 m, con un total de 401 pozos de visitas, de los cuales 21 son de caída. Las pendientes mínimas y máximas son respectivamente de 0.5% y 5% las cuales generan velocidades entre 0.3 m/s – 3 m/s actuando a 75% de tubo lleno según INAA.

Se realizó de forma general la evaluación del impacto ambiental que tendrá al momento de construir dicho diseño; cabe mencionar que los resultados encontrados están dentro del rango moderado e irrelevante por lo que tendrán que acatarse las medidas de mitigación presentadas en esta investigación.



Para el tratamiento de aguas residuales se consideró un sistema de lagunaje debido al tamaño de la descarga de las aguas residuales y al costo económico y de mantenimiento que presentan; y también en base a las condiciones climáticas las cuales brindan un funcionamiento adecuado de los factores biológicos que se requieren para la depuración y descontaminación de dichas aguas.

El sistema de tratamiento estará ubicado en las coordenadas  $11^{\circ}45'11.28''\text{N}$  y  $86^{\circ}2'45.73''\text{O}$ , consiste en un pretratamiento conformado por los siguientes elementos: un canal de longitud de 5 m, con un ancho de 0.7 m; un sistema de rejillas, un desarenador de 15.59 m de longitud; una canaleta parshall de 9" de garganta y posteriormente un canal de aproximación para el sistema de tratamiento primario conformado por 2 lagunas anaerobias con dimensiones de 127.948 m y 64.974 m para cada una, con una profundidad de 2.833 m y un sistema secundario compuesto de una laguna aerobia de 111.0740 m por 220.15 m, con una profundidad de 1.5 m y un tiempo de retención de aproximadamente 16 días en total.

El efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales será descargado directamente en el cauce *Patria Libre*. Dicho efluente resultante será de 4.255 mg/lit de DBO5 y  $3.6785 \text{ E}+01$  NMP/100 ml de Coliformes Fecales; los cuales son parámetros que están por debajo del decreto 33-95 establecidos por el MARENA.

El monto estimado para la realización del diseño de alcantarillado sanitario asciende a cuatro millones cuatrocientos cincuenta y dos mil quinientos setenta y cuatro con 80/100 dólares y el costo de realización del sistema de tratamiento de aguas residuales es de dos millones cuatrocientos ochenta y cinco mil novecientos ochenta con 11/100, con un costo Per cápita global de \$ 229.15.



## 7.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Alcaldía Municipal de Nandaimé tener un registro propio de censo poblacional actual para compararlos con los registros que tiene el MINSA y constatar que estos datos sean confiables para el diseño.

Formar Comités de saneamiento para que tomen conciencia y que insten a la población por medio de campañas u otros medios de comunicación sobre el uso y mantenimiento del sistema para una mejor conservación del alcantarillado.

### **Alcantarillado Sanitario**

Se recomienda a la institución de ENACAL hacer un monitoreo constante del alcantarillado sanitario para que este cumpla con su vida útil de diseño

Se recomienda realizar un estudio de suelo previo al inicio de la construcción de la propuesta de diseño.

Se recomienda al momento de la construcción de este diseño, realizar la rectificación de niveles.

Para la construcción y un funcionamiento eficiente del sistema de alcantarillado sanitario es necesario seguir con las especificaciones técnicas del INAA y respetar los diámetros y pendientes, así como las características de los materiales establecidos en el diseño, pues cualquier variación cambiará las condiciones hidráulicas de éste.

Debido a que este estudio fue propuesto para que funcione por gravedad, existe una zona de la parte sur del casco urbano donde la topografía del terreno no favorece al 10% de la población en estudio los cuales son el barrio Modesto Marín, parte sur del barrio Juan José Quezada, parte sur del barrio Francisco Estrada y reparto José Dolores Estrada, por lo que se tendrá hacer un estudio aparte para integrarlos a un servicio de sistema de alcantarillado con su tratamiento.



### **Planta de tratamiento**

Los sólidos retenidos por el cribado del pretratamiento deberán ser desechados hacia el vertedero municipal.

Hacer un estudio de laboratorio de las propiedades de las aguas residuales del sitio, para encontrar los parámetros físicos y químicos a considerarse para el diseño del sistema de lagunaje.

Se recomienda realizar una revisión de cada uno de los elementos que componen la planta de tratamiento para garantizar un buen estado de los mismos y de esa manera realizar las reparaciones si fuesen necesarias.

Evitar construir a unas distancias menores de 300 m del sistema de tratamiento

Se recomienda a la institución de ENACAL facilitar a los operadores un manual de operación y mantenimiento para un correcto funcionamiento.

Revisar y actualizar costos con respecto a los precios actuales establecidos por el FISE.

Destinar los lodos producidos en el lecho de secado para su posible reutilización como materia prima para abono orgánico o realización de compost.

### **Recomendaciones ambientales**

Durante el zanjeo para la instalación de tuberías, el polvo a producirse será reducido regando las superficies con camión cisterna dos veces al día, y en caso de que el material sea abundante, será removido a otro sitio que no ocasione perjuicio a la población.

Se sugiere, para reducir los efectos del ruido, exigir al contratista que la maquinaria que utilice esté en buen estado de funcionamiento y cuente con sus aditamentos para mitigar el ruido, tales como silenciadores en los sistemas de escape.

Se deberá mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuado en el día y en la noche, esto será en todos los cierres e intersecciones a lo largo de todos los desvíos en coordinación con la alcaldía municipal del sitio y la policía (agentes de tránsito).



## ***Bibliografía***

*NTON 09003-99. (2001). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Nicaragua.*

*Alcaldía Municipal de Nandaime. (2012). Actualización de la caracterización municipal de Nandaime. Nandaime.*

*Blandón, R., Mejía Gómez, M., & Barberena García, K. (2011). Propuesta de Diseño de un Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento en la comunidad de San Pablo, municipio de San Rafael del Sur. Managua: Unan Managua.*

*Blandón, R. A. (2011). Propuesta de Diseño de un Sistema de Alcantarillado sanitario y planta de Tratamiento de Aguas residuales en la comunidad de San Pablo, municipio de San Rafael del Sur, Managua, con un periodo de Diseño de enero 2010- enero 2030. Managua: Universitaria.*

*CEPIS. (2005). Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización. Lima, Perú.*

*CONAGUA, C. N. (2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. México, D.F.*

*Dávila, a., López, O., & Castillo, M. (2012). Estudio de vulnerabilidad hidrológica del acuífero de Nandaime usando el método DRASTIC. Managua.*

*ENACAL. (2003). PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE NICARAGUA. Managua, Nicaragua.*

*ENACAL. (2013). ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE NANDAIME. Managua.*

*ENCAL-BID. (2006). Estudios de pre factibilidad para mejorar el Sistema de Agua Potable para la ciudad de Nandaime. Nandaime.*

*FAO-WATER. (2008).*

*INAA. (1998). Guías Técnicas para el diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Managua.*



*Karina, M. A. (2013). Diseño de sistema de Agua Potable. Nandaime.*

*Medcalf&Eddy Inc. (1996). Revisión de Hidráulica aplicada. En ingeniería de aguas residuales Redes de alcantarillado y bombeo Tomo 3 (págs. 11-63). México: McGraw-Hill.*

*Metcal&Eddy Inc. (1996). Recuperación y Reutilización de efluentes. En Ingeniería de aguas residuales Tratamiento, vertido y reutilización. Tomo 2 (págs. 1340-1346). México: McGRAW-Hill.*

*Reinoso Velásquez, M., & Blandón Useda, G. (2010). Diseño de Red de Alcantarillado Sanitario en el Reparto San Fernando, Managua. Managua: Unan Managua.*

*Rodríguez González, M.D.; y Tobal, G.A. (2012). Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario del municipio de Nindirí, departamento de Masaya. Managua: Unan Managua.*



**Anexos**

**Anexo 1. Criterios adoptados para dimensionamiento de canal parshall. Fuente: (CEPIS, 2005)**

CRITERIOS, DIMENCIONES Y CAUDALES DE CANALES PARSHALL													
Ahogamiento		Hb/Ha < 60 %			Hb/Ha < 70 %								
Ln		7	15	22	30	45	60	90	120	150	180	210	240
W (cm)		7.6	15.2	22.9	30.5	45.7	61	91.5	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8
A (cm)		46.7	62.1	88	137.2	144.8	152.4	167.6	182.9	198.1	213.4	228.6	243.8
2/3 A (cm)		31.1	41.4	58.7	91.4	96.5	101.6	11.8	121.9	132.1	142.3	152.4	162.6
Wc cm		19.8	31.5	46	66.5	83.6	120.3	135.3	169.8	204.3	238.8	273.3	307.7
B cm		45.7	61	86.4	134.3	134.3	149.5	164.5	179.4	194.3	209.2	224.2	239.1
C cm		17.8	39.4	38.1	61	76.2	91.4	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8	274.3
D cm		25.9	39.7	57.5	84.5	102.6	149.9	157.2	193.7	230.2	266.7	333.2	339.7
E cm		61	61	76.2	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4
F cm		15.2	30.5	30.5	61	61	61	61	61	61	61	61	61
G cm		30.5	61	45.7	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91
K cm		2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
N cm		5.7	11.4	11.4	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
R cm		40.6	40.6	40.6	50.8	50.8	50.8	50.8	61	61	61	61	61
M cm		30.5	30.5	30.5	38.1	38.1	38.1	38.1	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
P cm		76.8	90.2	108	149.2	167.6	185.4	222.3	171.1	308	344.2	381	417.2
X cm		2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Y cm		3.8	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Caudal de Flujo Libre	Mínimo	0.0008	0.0014	0.0025	0.0031	0.0042	0.0119	0.0173	0.0368	0.0453	0.0736	0.085	0.0991
	Máximo	0.0538	0.1104	0.252	0.4559	0.6966	0.9373	1.4272	1.9227	2.4239	2.9308	3.4377	3.9502



**Anexo 2. Tabla de Caracterización de aguas residuales de algunas plantas de tratamientos de Nicaragua.**  
Fuente: (ENACAL, 2003)

RESUMEN DE EFICIENCIA REMOCIONAL DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN NICARAGUA														
LOCALIDAD	TDH día	Caudal m³/d	LAGUNA PRIMARIA SEGUIDA DE LAGUNA SECUNDARIA								PORCENTAJE DE REDUCCION			
			DBO <sub>5</sub> , mg/l		DQO, mg/l		SS, mg/l		C. F, NMP/100ml		DBO <sub>5</sub>	DQO	SS	C.F
			Influente	Efluente	Influente	Efluente	Influente	Efluente	Influente	Efluente				
Chinandega / Cementerio	-	7,101	421.3	70.7	655.7	318	458	181.7	1.3E+08	1.0E+05	83.2%	51.5%	60.3%	99.923%
Chinandega / Hospital	-		368.7	98.7	690.7	388.8	492	234.8	2.8E+08	3.9E+05	73.2%	43.7%	52.3%	99.861%
León / Sutiava	18.9	8,986	467	70	646	304.5	780	144	1.5E+08	3.7E+05	85.0%	52.9%	81.5%	99.753%
León / El Cocal	19.6	3,535	242.7	40.3	416.3	184	263.3	101	8.6E+07	6.4E+05	83.4%	55.8%	61.6%	99.256%
Nagarote / El Patriarca	18.3	1,106	507.5	131	800.5	347	418.5	288.5	9.2E+08	1.8E+06	74.2%	56.7%	31.1%	99.804%
Somoto	16.9	1,165	372	90.2	645.5	413.3	656	221.3	1.1E+08	5.2E+05	75.8%	36.0%	66.3%	99.527%
Estelí	9.9	8,260	222.6	52.1	494.3	177.8	393.7	158	1.3E+08	9.3E+05	76.6%	64.0%	59.9%	99.285%
Tipitapa	-		520	50.4	871.8	342.2	558.2	156	2.2E+08	8.0E+04	90.3%	60.7%	72.1%	99.964%
San Rafael del Sur	-	752	477	64.5	687	219.5	404.5	116	3.20E+08	6.50E+04	86.5%	68.0%	71.3%	99.980%
San Marcos	22.5	742	360.7	40	642	244	320.7	119.3	1.4E+08	2.7E+05	88.9%	62.0%	62.8%	99.807%
Granada	24.1	3,139	227.3	33	486.3	177	282.3	99	2.0E+07	6.0E+05	85.5%	63.6%	64.9%	97.000%
Masaya	17.8	5,953	397.7	81.3	737	433.3	613.9	233.9	1.4E+08	5.6E+05	79.6%	41.2%	61.9%	99.600%
Rivas	15.9	2,982	299.3	51.3	520.3	252.8	418.7	126.5	5.7E+08	3.9E+05	82.9%	51.4%	69.8%	99.932%
León / San Isidro (1)	22	2,765	512	36.5	623	195	483	47	8.5E+07	3.5E+04	92.9%	68.7%	90.3%	99.959%
Nagarote / Santa Elena (2)	20.3	273	508	101	820.5	407.5	441.5	249	5.0E+08	4.0E+06	80.1%	50.3%	43.6%	99.200%
San Juan del Sur (2)	25.6	422	305.7	60.3	502.3	198.7	357.3	99.7	1.1E+08	1.3E+05	80.3%	60.4%	72.1%	99.882%

**Anexo 3. Tabla de Carga superficial aplicada versus DBO<sub>total</sub>/DBO soluble.** Fuente: (CEPIS, 2005)

CSA	DBO <sub>total</sub> /DBO <sub>soluble</sub>
50	2.60
100	2.30
150	2.10
200	2.00
250	1.95
300	1.90
350	1.82
400	1.78
450	1.70



Anexo 4. Tabla de costos y actividades del alcantarillado sanitario para Nandaime. Fuente: Elaboración propia.

ITEM / SUB ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	Costo Unitario US \$	Costo Total US\$
1	RED DE ALCANTARILLADO				
1.1	Excavación, relleno y compactación: (Incluye remoción de capa vegetal, nivelación, excavación, relleno de acuerdo a la norma ASTM 2487, compactación al 95% Próctor Estándar (AASHTO-99), protección de todas las excavaciones, transporte, desalojo del material sobrante, explotación y acarreo.				
	<i>Excavaciones Generales: replanteo de línea, con topografía, excavación manual o mecánica de la zanja de acuerdo con los rangos especificados, protección de las excavaciones, de acuerdo a las especificaciones y entibado donde sea necesario</i>		36,546.23		223,308.52
1.1.1	Excavación para suelo normal, en un rango de 0.00 a 1.50m	m³	26,843.14	5.92	158,911.40
1.1.2	Excavación para suelo normal, en un rango de 1.51 a 2.00m	m³	5,175.81	6.63	34,315.59
1.1.3	Excavación para suelo normal, en un rango de 2.01 a 2.50m	m³	2,452.80	6.63	16,262.05
1.1.4	Excavación para suelo normal, en un rango de 2.51 a 3.50m	m³	1,709.78	6.63	11,335.86
1.1.5	Excavación para suelo normal, en un rango de 3.51 a 4.50m	m³	326.85	6.81	2,225.88
1.1.6	Excavación para suelo normal, en un rango de 4.51 a 5.50m	m³	37.85	6.81	257.74
1.2	<i>Material de Relleno: mano de obra, acarreo de material, materiales, equipos y ensayos para los rellenos y compactación de acuerdo a la distribución de materiales mostrados en los planos, desalojo de material sobrante.</i>		33,225.40		436,587.52
1.2.1	Relleno Común o Normal	m³	25,986.62	8.70	226,083.56
1.2.2	Relleno Selecto	m³	7,238.79	29.08	210,503.96
1.3	Suministro e Instalación de Tubería (El costo unitario debe incluir suministro e instalación de tubería en los diámetros y materiales indicados, topografía, cama de arena, desalojo de material sobrante y pruebas hidrostáticas o de exfiltración. Apegadas a las especificaciones técnicas, planos y normas de ENACAL)				
1.3.1	RED COLECTORES PRINCIPALES		31,950.38		813,084.88
1.3.1.1	Suministro e Instalación de Tubería 6" (150 mm) PVC SDR-41	M	26,746.65	22.13	591,903.36
1.3.1.2	Suministro e Instalación de Tubería 8" (200 mm) PVC SDR-41	M	1,332.98	29.84	39,775.97
1.3.1.3	Suministro e Instalación de Tubería 10" (250 mm) PVC SDR-41	M	1,485.75	40.99	60,900.89
1.3.1.4	Suministro e Instalación de Tubería 12" (300 mm) PVC SDR-41	M	359.63	57.55	20,696.42
1.3.1.5	Suministro e Instalación de Tubería 15" (375 mm) PVC F949	M	730.38	48.00	35,058.24
1.3.1.6	Suministro e Instalación de Tubería 16" (400 mm) PVC F 949	M	1,295.00	50.00	64,750.00
1.4	POZOS DE VISITAS ( trazado, excavación, construcción del PVS conforme planos constructivos, pruebas de estanqueidad, tapa de polietileno, relleno y desalojo de material sobrante)	c.u	401.00		
1.4.1	Construcción de Pozos de Visita Sencillo	c.u	383.00		485,276.55
1.4.1.1	Pozos de visita rango de profundidad igual o inferior a 2.50 m	c/u	321.00	1,202.75	386,082.75
1.4.1.2	Pozos de visita rango de profundidad de 2.51 a 3.50 m	c/u	62.00	1,599.90	99,193.80
1.4.2	Construcción de Pozos de Visita con Doble Pared	c/u	18.00		48,951.81
1.4.2.1	Pozos de visita rango de profundidad de 3.51 a 4.50 m	c/u	13.00	2,522.57	32,793.41
1.4.2.2	Pozos de visita rango de profundidad de 4.51 a 5.50 m	c/u	5.00	3,231.68	16,158.40
1.4.3	Estructura de Caída para Pozos de Visita	c/u	21.00		7,313.52
1.4.3.1	Caída en Pozo de Visita Ø tubo 150 mm h= 0.60 a 3.0m	c/u	18.00	247.07	4,447.26
1.4.3.2	Caída en Pozo de Visita Ø tubo 200 mm h= 0.60 a 3.0m	c/u	1.00	419.58	419.58
	Caída en Pozo de Visita Ø tubo 375 mm h=0.6 a 3.0m	c/u	2.00	1,223.34	2,446.68
1.5	PROTECCIÓN DE TUBERIA SUPERFICIAL				2,117.56
1.5.1	Losa de concreto simple de 2500 PSI para protección de tubería	m3	10.58	200.10	2,117.56
	CONEXIONES DOMICILIARES (excavación, instalación de acometida sanitaria, accesorios, relleno, compactación, caja de registro domiciliar, desalojo de material sobrante, etc.) conforme detalles constructivos y especificaciones técnicas.		3,349.00		632,492.14
	Conexiones Domiciliares con tubería de 4" SDR-41. (Accesorios y caja de registro). Conexión corta	c/u	1,674.50	185.13	310,000.19
	Conexiones Domiciliares con tubería de 4" SDR-41. (Accesorios y caja de registro). Conexión larga	c/u	1,674.50	192.59	322,491.96
1.6	Rotura y reposición de base y carpeta de rodamiento y otros: (Incluye mano de obra, materiales y equipo necesarios para el retiro de material de relleno, conformación y compactación de la excavación, acarreo, desalojo de material sobrante, reposición de base y sub-base, carpeta asfáltica, adoquines según será el caso de acuerdo a las condiciones encontradas en el sitio)				18,154.43
1.6.1	Rotura de adoquinado	m²	17,974.68	1.01	18,154.43
1.6.2	Reposición de adoquinado.		17,974.68	20.43	367,222.71
TOTAL					2850,898.29

Anexo 5. Detalles de costos aplicados al presupuesto del alcantarillado sanitario de Nandaime. Fuente: Elaboración propia.

a) Total				2850,898.29
b)Costos unitarios directos				
c)Costos unitarios directos (15% de "a")				427,634.74
d)Costos unitarios de administracion y utilidad (15% de "a")				427,634.74
e)Precio de venta sin impuesto (a+c++d)				3706,167.77
f)Impuesto de alcaldía (1% de "e")				37,061.68
g)Impuesto general de venta (15% de "e+f")				561,484.42
h)Precio de venta con impuesto (e+f+g)				4304,713.87



**Anexo 6. Tabla de costos de Operación y mantenimiento del alcantarillado. Fuente: Elaboración propia.**

conceptos	frecuencia	canti dad de activi dades	unidad	costo (C\$)		
				unitar io	total	anual
Limpieza General.	Dos veces por Año.	40	C\$/Cantidad	748.39	29,935.55	1,496.78
Limpieza de Obstrucciones.	6 Obst/Año/Km Tub	3834	C\$/Cantidad	748.39	2869,357.00	143,467.85
Reparación de PVS.	2 Unid/Año/Km Tub	1278	C\$/Cantidad	1,086.59	1388,674.64	69,433.73
TOTAL					C\$ 4287,967.20	C\$ 214,398.36
					\$ 147,860.94	\$ 7,393.05

**Anexo 7. Tabla de costos de operación y mantenimiento de PTAR de Nandaime. Fuente: Elaboración propia.**

conceptos	frecuencia	cantidad de actividades	unidad	costo (\$)		
				unitario	total	anual
Limpieza, Mantenimiento y Control de Operaciones de toda la Planta de Tratamiento	Diario	240	\$/Mensual	206.90	49,655.17	2,482.76
Reparación de Instalaciones.	Eventual	100	\$/Reparación	37.47	3,746.85	187.34
Revisar el estado de los cercos, señales de aviso.	Semanal	1043	\$/Semana	17.24	17,980.30	899.01
Determinación de oxígeno disuelto. (O.D).	Mensual	240	\$/Mes	101.64	24,393.60	1,219.68
Medición del espesor de lodos sedimentados (lagunas anaeróbicas )	Anual	20	\$/Anual	28.76	575.17	28.76
Extracción de lodos. Debe realizarse cuando se determine una disminución en la capacidad de la laguna.	Quinquenal	4	\$/Quinquenal	65307.93273	261,231.73	13,061.59
TOTAL					\$ 357,582.82	\$ 17,879.14



Anexo 8. Presupuesto para lagunas anaerobias. Fuente. Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	
			UNITARIO	TOTAL
2 unidades				
EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA	16473.90	m³	174.00	2866,457.95
PROTECCIÓN	2707.24	m³	203.57	551,113.63
BOTADO DE TIERRA	19722.59	m³	87.75	1730,558.56
ACABADO	8072.59	m²	211.00	1703,317.42
GEOMEMBRANA	8928.29	m²	90.30	806,224.53
TOTAL				C\$ 15315,344.18
				\$ 531,782.78

Anexo 9. Presupuesto para laguna aerobia. Fuente: Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	
			UNITARIO	TOTAL
2 unidades				
Excavación	33523.39	m³	174.00	5833,069.14
Protección	8040.99	m³	203.57	1636,892.42
Botado de Tierra	49877.26	m³	87.75	4376,479.88
Acabado	23949.35	m²	211.00	5053,312.66
Geo membrana	26487.98	m²	90.30	2391,864.60
TOTAL			C\$	38583,237.39
			\$	1339,695.74

Anexo 10. Presupuesto para obras preliminares y generales. Fuente: Elaboración propia.

OBRA/MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	
			UNITARIO	TOTAL
Limpieza General de Todo el Campo de Tratamiento	65777.099	m²	0.11	7,015.79
Trazado y Nivelación de Obras Preliminares	23	m	1.54	35.42
Excavación, Relleno y Compactación	2.73	m³	457.91	1,249.18
CANAL				6,315.27
Cemento	13.00	Bolsas	290.00	3,770.00
Arena	0.88	m³	500.00	440.00
Grava	1.32	m³	650.00	859.95
Varilla Acero No 3	0.60	qq	1,400.00	842.40
Alambre Acero No 18	0.02	lb	26.00	0.42
Formaleta	11.50	m²	35.00	402.50
Mano de Obra	11.50	m²	26.52	304.98
REJAS				571.92
Varillas de Acero No 3	0.15	qq	1,400.00	204.92
Pernos 1/2"	1.5	lb	48.00	72.00
Plataforma de Acero Perforada	1	und	110.00	110.00
Electrodos Soldadores	1	cajas	120.00	120.00
Mano de Obra	1	und	65.00	65.00
DESARENADOR				16,906.50
Cemento	42	Bolsas	158.00	6,688.60
Arena	3.0	m³	250.00	748.75
Grava	4.0	m³	450.00	1,788.35
Varilla Acero No 3	394	lb	13.00	5,125.33
Varilla Acero No 4	194	lb	13.19	2,555.47
MEDIDOR PARSHALL				7,810.00
Prefabricado W = 9"	1	und	7,810.00	7,810.00
CAJAS DE RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN				10,800.00
Cajas de 1.5 x 1.5 m	1	und	5,800.00	5,800.00
Cajas de 1x1 m	2	und	2,500.00	5,000.00
Cerco de Malla Ciclón (Sistema Completo).	1,218	m	619.58	754,785.49
Construcción de Portón Doble Hoja.	5	m²	1,404.00	7,020.00
Caseta de Operación.	30	m²	5,793.14	173,794.20
Limpieza Final (y Botado de Tierra Excedente)	24698.3	m²	6.00	148,189.80



Anexo 11. Detalles de costos aplicados al presupuesto de PTAR de Nandaime. Fuente: Elaboración propia.

d) TOTAL	1134,493.57
e) Costo Unitario Directo	
f) Costo unitario directo (15% de "d")	170,174.04
g) Costo unitario de administración y utilidad (15% de "d")	170,174.04
h) Precio de venta sin impuesto (d+f+g)	1474,841.64
i) Impuesto de alcaldía (1% de "h")	14,748.42
j)Impuesto general de venta (15% de "h+i")	223,438.51
k) Precio de venta con impuesto (h+i+j)	C\$ 1713,028.56
	\$ 59,069.95

Anexo 12. Tabla de presupuesto para lecho de secado de lodos de PTAR. Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		MATERIALES				
			UNITARIO	TOTAL	Cemento	766	Bolsas	158	120989.07
1 unidad					Arena	492.6	m³	250	123161.44
MANO DE OBRA					Grava	71.9	m³	450	32349.18
Trazado y Nivelación	580.00	m	1.54	893.20	Hormigón Rojo Semi-Cribado	136.6	m³	130.00	17758.00
Operador Tractor	184.00	hrs	21.56	3967.08	Ripio	199.0	m³	320.00	63680.00
Auxiliar de Operador Tractor	184.00	hrs	9.47	1742.48	Ladrillo Rjo Cuarterón (5cm x 10m x 20cm)	57539.00	und	3.88	223251.32
Operador Cargador Frontal	110.00	hrs	16.15	1776.92	Varilla de Acero No 3	107638.00	lb	13.00	1399294.00
Operador Camión Volquete	489.00	hrs	13.48	6593.33	Alambre de Amarre No 18	1017.00	lb	25.00	25425.00
Operador Mezcladora	522.00	hrs	17.18	8967.12	Formaleta 10" x 6 vrs x 1"	22.00	und	160.00	3520.00
Ayudante de Excavación	482.00	hrs	9.47	4564.54	b) TOTAL				C\$ 2009,428.02
Oficial Albañil	14772.00	hrs	22.56	333300.64					
Ayudante Albañil	14771.00	hrs	9.47	139881.37					
Oficial Fontanero	454.58	hrs	22.56	10256.69					
Ayudante Fontanero	454.58	hrs	9.47	4304.87	EQUIPO				
Oficial Armador	14772.00	hrs	22.56	333300.64	Tractor de Orugas	184.00	hrs	1599.58	294321.80
Ayudante Armador	14772.00	hrs	9.47	139890.84	Cargador Frontal	184.00	hrs	1230.39	226392.13
Oficial Carpintero	14772.00	hrs	22.56	333300.64	Camión Volquete	111.00	hrs	244.49	27138.06
Ayudante Carpintero	14772.00	hrs	9.47	139890.84	Mezcladora	516.00	hrs	738.26	380940.61
a) TOTAL				C\$ 989,439.72	c) TOTAL				C\$ 928,792.60

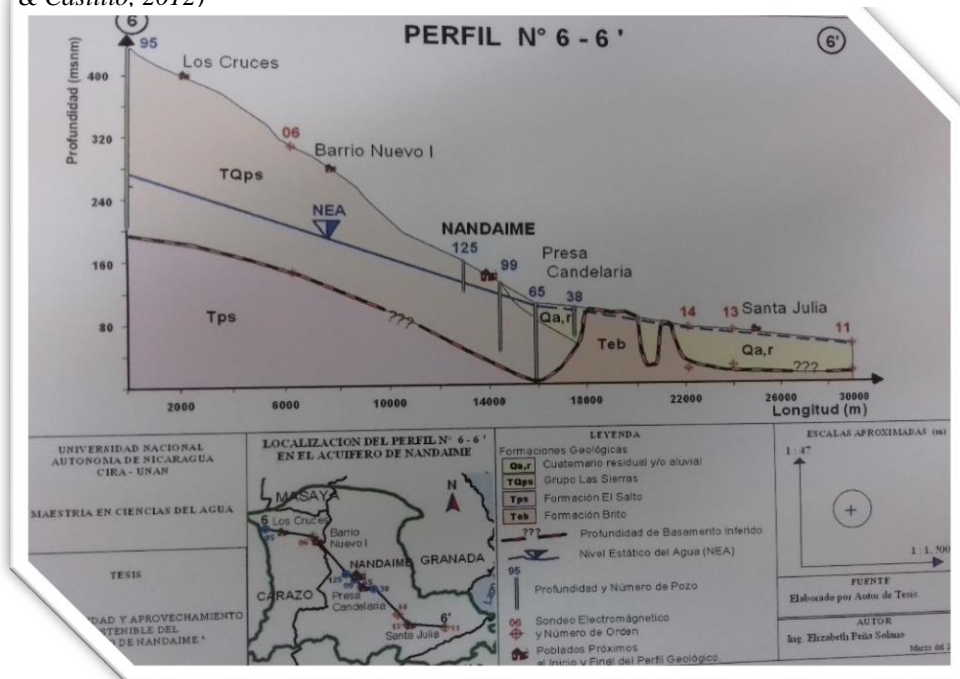
Anexo 13. Costos totales de lecho de secado de PTAR del casco urbano de Nandaime. Fuente: Elaboración propia.

d) TOTAL	C\$ 3927,660.33
e) Costo Unitario Directo	
f) Costo unitario directo (15% de "d")	589149.05
g) Costo unitario de administración y utilidad (15% de "d")	589149.05
h) Precio de venta sin impuesto (d+f+g)	C\$ 5105,958.43
i) Impuesto de alcaldía (1% de "h")	51059.58
j)Impuesto general de venta (15% de "h+i")	773552.70
k) Precio de venta con impuesto (h+i+j)	C\$ 5930,570.72
	\$ 197,685.69





**Anexo 14. Perfil del Nivel Freático del agua en Nandaime. Fuente: (Dávila, López, & Castillo, 2012)**







# JUEGO DE PLANOS